

**Univerzita Karlova v Praze**

**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



**Eliška Kočková-Amortová**

**Zvířata jako člověkem prioritně vnímané stimuly**

Animals as prioritized stimuli in human mind

**Bakalářská práce**

Školitel: RNDr. Eva Landová, Ph.D.

Konzultanti: doc. RNDr. Daniel Frynta, Ph.D.

RNDr. Silvie Lišková, Ph.D.

**Praha, 2016**

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 19. 8. 2016

Podpis

**Poděkování:**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat své školitelce RNDr. Evě Landové, Ph.D. za trpělivost a odborné rady při psaní práce a dále také konzultantům doc. RNDr. Danielu Fryntovi, Ph.D. a RNDr. Silvii Liškové, Ph.D. za cenné připomínky. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za podporu, kterou mi vždy a ve všem poskytují.

## **Abstrakt**

Prioritně vnímané stimuly jsou podněty, které člověk vnímá přednostně, a to proto, že mají nějakou emoční valenci. Často to bývají stimuly, které pro pozorovatele značí potenciální nebezpečí, jako jsou například nebezpečná zvířata. Prioritní vnímání je u člověka zajištěno speciálními okruhy mozku, které vznikly v průběhu evoluce a jejich obdoby se vyskytují i u fylogeneticky starších linií tetrapod. Tato práce si klade za cíl popsat neurální mechanismy prioritního vnímání, srovnat a shrnout tři metodické přístupy, které se touto problematikou zabývají, a dále také shrnout poznatky, které byly těmito metodickými přístupy získány ve studiích, které se prioritním vnímáním potenciálně nebezpečných stimulů zabývaly.

## **Klíčová slova**

prioritně vnímané stimuly, zvířata, pozornost, amygdala

## **Abstract**

Stimuli perceived with priority are stimuli which are preferentially perceived by humans, because these stimuli have some emotional valence. These often include stimuli which indicate potential threat for the observer such as dangerous animals. Priority perception in humans is provided by special neural circuits that have arisen during evolution and similar circuits can be found in phylogenetically older lines of tetrapods. The purpose of this thesis is to describe neural mechanisms of priority perception and to summarize and compare three methodical approaches to this perception as well as summarize the findings that were acquired by these methodical approaches in papers testing the priority perception of animals.

## **Key words**

stimuli perceived with priority, animals, attention, amygdala

## Obsah

Úvod .....	1
1. Prioritně vnímané stimuly .....	2
1. 1. Fylogenetické stimuly .....	2
1. 1. 1. Zvířata.....	2
1. 1. 2. Lidské tváře.....	3
1. 2. „Moderní hrozby“ .....	3
1.3. Jaké znaky jsou vyhodnocovány jako potenciálně nebezpečné? .....	4
2. Neurofyziologické koreláty při vnímání prioritizovaných stimulů.....	6
2.1. Cesta vizuálního signálu do mozku.....	7
2.2. Cesta vizuálního signálu do amygdaly .....	9
2.3. Amygdala.....	10
2.3.1. Části amygdaly .....	11
2.3.2 Lateralizace amygdaly .....	12
2.4. Dráhy vedoucí z amygdaly .....	12
2.5. Fusiformní kůra a vnímání tváří.....	13
2.6. Hipokampus.....	14
3. Způsoby nahlížení na prioritizaci potenciálně nebezpečných (optických) stimulů .....	14
4. Prioritizace z pozornostního hlediska .....	15
4.1. Metodika.....	15
4.2. Zjištění studií testujících změnu pozornosti vůči prioritizovaným stimulům.....	16
4.3. Úloha hledání změny, tzv. change detection task .....	18
5. Neurofyziologické metody používané při studiu vnímání prioritizovaných stimulů.....	21
6. Prioritně vnímané stimuly vyvolávají emoce .....	22
6.1. Fobie.....	22
7. Zvláštní postavení hadů mezi prioritizovanými stimuly?.....	24
8. Původ prioritizace potenciálně nebezpečných stimulů .....	24
8.1 Zjištění ze studií zabývajících se původem prioritizace .....	25
9. Porovnání metodických přístupů k prioritnímu vnímání nebezpečných zvířat .....	26
9.1. Pozornostní testování .....	26
9.2. Neurofyziologické testování – metody sledování mozku.....	28
9.3. Evoluční hledisko.....	29
Závěr .....	32
Seznam použité literatury.....	33

## Úvod

Existují podněty, které jsou člověkem vnímány přednostně. Evoluční psychologie předpokládá, že byly (či stále jsou) důležité pro vyhodnocování nebezpečných situací v kontextu predace nebo sociální agrese. Mezi takové podněty patří především zvířata a lidské tváře. Nicméně i některé stimuly, se kterými se člověk začal setkávat až recentně, mohou patřit mezi prioritizované, ale důvodem jejich prioritizace je patrně individuální zkušenost. Příkladem takových stimulů mohou být zbraně nebo injekční stříkačky.

Člověk zřejmě prioritně vnímá všechna zvířata, některá coby potenciální potravu, jiná prioritizovaná zvířata pak patří k predátorům či jinak pro člověka nebezpečným druhům zvířat, s kterými se člověk či jeho předci patrně setkávali během evoluční historie. K takovým nebezpečným druhům patří například velké šelmy, hadi, ale také pavouci anebo i malí hlodavci, kteří mohli přenášet nebezpečné choroby.

Lidský mozek tyto stimuly vnímá přednostně, a to jak zvýšenou pozorností vůči těmto stimulům, tak i pomocí rychlejší emocionální a následně behaviorální reakce na ně. Toto prioritní vnímání je zajištěno tzv. „zkratkami“, tj. speciálními neurálními okruhy mozku, které navzájem propojují vizuální systém s amygdalou a systémem prožívání a regulace emocí a umožňují tak i rychlou reakci na dané stimuly. Člověk tak může na daný vizuální stimul reagovat velmi rychle nevědomě, ještě dříve, než si uvědomí, o jaký stimul se vlastně jedná. Po zpracování vizuální informace „běžnou“ cestou (pokud k němu dojde) pak nastává vědomá reakce na daný stimul, která může nevědomou reakci posílit nebo naopak zastavit. Stimuly, které jsou takto prioritně vnímané, měly pravděpodobně velký význam v evoluci člověka (či ještě dříve během evoluce předchozích evolučních linií). Ačkoli pro nás (v euroamerické oblasti) v současné době zvířata už takové nebezpečí nepředstavují, systémy zajišťující prioritní vnímání zůstaly funkčně zachovány či mají obdobnou novou funkci.

Tato práce si klade několik cílů:

- 1) Shrnout, které stimuly se obvykle řadí mezi prioritně vnímané.
- 2) Dále popsat neurální mechanismy, které jsou zodpovědné za prioritní vnímání některých stimulů.
- 3) Následně shrnout a popsat metodické přístupy, které prioritní vnímání zvířat testují.
- 4) Shrnout a kriticky zhodnotit jednotlivé metodické přístupy používané při studiu vnímání prioritizovaných stimulů a porovnat jejich výpovědní možnosti.

## **1. Prioritně vnímané stimuly**

Prioritně vnímané stimuly jsou objekty, které člověk z různých důvodů vnímá přednostně. Jedná se převážně o takové stimuly, které v pozorovateli vzbuzují emoce. Emoční stimuly totiž na sebe poutají pozornost více než stimuly neutrální (Vuilleumier, 2005). Při studiích na toto téma se autoři asi nejvíce zabývají těmi objekty, které pro pozorovatele mohou značit nebezpečí či hrozbu. A to zejména v evolučním kontextu - v této souvislosti se předpokládá vznik nějakého systému na rychlé rozpoznávání konkrétních hrozeb, který přetrval až do dnešních dnů (Isbell, 2006). Nicméně i určitá recentně vzniklá nebezpečí mohou být prioritizovanými stimuly (Blanchette, 2006; Fox et al., 2007). Bylo prokázáno, že na strachově relevantní stimuly mozek reaguje i tehdy, pokud byly prezentovány příliš krátce na vědomé zaznamenání (Vuilleumier et al., 2001; Carlsson et al., 2004; Williams et al., 2004). Mozek je tedy schopen je zaznamenat i nevědomě a také dokonce dokáže spustit rychlou reakci na danou nebezpečnou situaci, což se projevuje například změnou vodivosti kůže (Öhman and Soares, 1993). Mezi tyto strachově relevantní stimuly, kterými se studie o prioritizaci nejčastěji zabývají, se řadí zejména nebezpečná zvířata (Öhman et al., 2001) a lidské tváře (Simpson et al., 2014) coby tzv. fylogenetické stimuly (dle Brosch and Sharma, 2005), a dále také tzv. „moderní hrozby“ (Blanchette, 2006). Specifika vnímání obou typů stimulů budou probrána v následující kapitole.

### **1. 1. Fylogenetické stimuly**

#### **1. 1. 1. Zvířata**

Důvodem pro prioritizaci konkrétních stimulů člověkem může být v případě zvířat například predace anebo jedovatost – z hlediska předků člověka bylo kvůli přežití podstatné, aby dokázali nebezpečná zvířata rychle zaznamenávat a také na ně rychle a správně reagovat. Pro jedince mohla být právě adekvátní reakce v krátkém čase tím klíčovým rozdílem mezi přežitím a nepřežitím (Isbell, 2006). Patrně proto nebezpečná zvířata vnímáme přednostně i dnes, neboť uvažovaný systém pro rychlé rozeznávání hrozeb je dodnes v lidském mozku přítomen (Öhman and Mineka, 2001). Mezi nebezpečná zvířata, kterými se odborné studie zaměřené na prioritně vnímané stimuly zabývají, řadíme především velké šelmy (např. Penkunas and Coss, 2013), hady (např. Öhman and Mineka, 2003; Van Strien et al., 2014) a pavouky (např. Öhman et al., 2001). A zřejmě právě kvůli jejich nebezpečnosti pro předky člověka a evoluční nutnosti se jim pokud možno vyhýbat, jsou mnohdy právě tato zvířata častým stimulem vyvolávajícím specifické fobie u lidí (Agras et al., 1969; Seligman, 1971).

Isbell (2006) navrhla teorii, že právě nutnost rozeznávat včas hady ovlivnila a upravila vizuální systém primátů.

Dále také bylo zjištěno, že prioritně vnímáme i zvířata jako taková, bez ohledu na jejich potenciální nebezpečnost, v porovnání s rostlinami či neživými objekty (Tipples et al., 2002; New et al., 2007; Calvillo and Hawkins, 2016). Patrně je tomu tak proto, že živé objekty schopné pohybu jsou pro člověka relevantnější než neživé objekty, což bývá spojováno s důležitostí těchto stimulů během evoluce, ať už z hlediska možného zisku potravy nebo potenciální nebezpečnosti (New et al., 2007).

### **1. 1. 2. Lidské tváře**

Dalším důvodem pro prioritní vnímání stimulů jsou sociální důvody, jejichž projevem je především prioritizace lidských tváří. A to například rychlejší zaznamenání a rozeznání lidské tváře oproti tváři primátů nebo i ostatních savců – prioritou pro jedince je zpracování tváře svého vlastního druhu (Simpson et al., 2014). Zároveň bylo prokázáno i to, že tváře lidí, kteří jsou respondentovi nějak blízcí, jsou při rychlé prezentaci obrázků zaznamenány častěji než tváře cizích lidí. Tváře blízkých byly také rychleji detekovány při ztížených podmínkách. K rozeznání tváří blízkých lidí tedy není třeba tolik pozornosti jako pro ty cizí, patrně tam také funguje nějaký preferenční systém (Gobbini et al., 2013).

Experimentální studie se také zaměřují na prioritní vnímání určitého výrazu v obličeji, přičemž vícero z nich i při odlišných metodách testování prokázalo, že našťavané tváře či tváře lidí majících strach jsou vnímány dříve než šťastné a neutrální obličeje, popřípadě je na ně v určitých částech mozku (viz kapitola 2) větší reakce (Morris et al., 1998; Whalen et al., 1998; Williams et al., 2004; Sabatini et al., 2010). Z toho se dá usuzovat, že pro člověka bylo velice důležité z hlediska bezpečnosti i sociálních vazeb včas rozeznávat emoční výrazy obličeje ostatních jedinců, které by mohly symbolizovat potenciální hrozbu či riziko (Öhman, 2009).

### **1. 2. „Moderní hrozby“**

Poslední skupinou stimulů, kterou zde uvedu, jsou takzvané moderní hrozby – nebezpečí, která člověku přinesla rozvinutá civilizace a technologie. Některé studie stimuly tohoto typu označují jako ontogenetické, coby protiklad k fylogenetickým stimulům – tedy k těm, do kterých patří dvě výše uvedené skupiny (Brosch and Sharma, 2005). Do kategorie moderních prioritizovaných stimulů se řadí například zbraně, auta nebo injekční stříkačky (Blanchette,



2006; New et al., 2007). Tyto hrozby vznikly sice poměrně recentně, nicméně i tak se je člověk patrně rychle naučil dávat do spojitosti s možným nebezpečím (Fox et al., 2007).

Fox a kol. (2007) se zabývali porovnáváním fylogenetických a ontogenetických nebezpečí a zjistili, že reakce na tyto moderní hrozby (v tomto případě zbraně) není o nic pomalejší ani rychlejší než na fylogenetická nebezpečí (hadi). Ačkoli tedy všechny tyto hrozby vznikly poměrně nedávno a jsou pro nás relevantní mnohem kratší dobu než nebezpečná zvířata či výrazy obličeje, oba zmíněné typy prioritizovaných stimulů doprovázela stejně rychlá následná reakce. Autoři z toho usuzují, že pro prioritizaci stimulu je důležitější jeho potenciální nebezpečnost, než jeho evoluční původ. Obdobných výsledků bylo dosaženo i ve studiích prováděných Broschem a Sharmou (2005) a Blanchette (2006), v nichž se porovnávaly reakce na hady a pavouky s reakcemi na pistole a injekční stříkačky.

Při zkoumání tohoto jevu u dětí ale bylo zjištěno, že co se moderních hrozeb týče, děti rychleji zaznamenávaly ty strachově relevantní stimuly, s kterými měly předchozí negativní zkušenost. V tomto případě rychleji zaznamenávaly injekční stříkačky, zatímco u nožů tento efekt nebyl přítomen. Napovídá to tedy, že prioritizace moderních nebezpečí je zajišťována jiným mechanismem než u evolučně relevantních stimulů a na rozdíl od nich je k ní potřeba předchozí zkušenost (LoBue, 2010).

Studie na toto téma se ale nezabývají otázkou, zda prioritně vnímané moderní hrozby využívají tytéž neurální okruhy, které vznikly dříve kvůli evolučně relevantním hrozbám. Mechanismus získání těchto strachů je sice jiný, ale dle mého názoru je pravděpodobné, že i pro moderní hrozby je posléze využíván ten samý neurální okruh. Pokud už existuje neurální okruh pro prioritizaci, tak je jeho využití logické i pro stimuly, které sice vznikly recentně, ale jejich potenciální nebezpečnost je podobná jako u těch evolučně relevantních.

### **1.3. Jaké znaky jsou vyhodnocovány jako potenciálně nebezpečné?**

Ve studii ohledně předsudků vůči vzhledu zvířat bylo zjištěno, že zvíře, které vypadalo neutrálně, bylo hodnoceno jako méně nebezpečné než to, které vypadalo více hrozivě (Dibbets et al., 2015). Tedy k tomu, aby zvíře jako takové bylo hodnoceno coby nebezpečné, poměrně stačí jeden nebezpečný prvek, na který se poté respondent soustředí. Po upozorování jednoho potenciálně nebezpečného znaku se následně respondent více soustředí na prvky značící potenciální hrozbu, než na ty, jež hrozbu neznačí. Právě na základě těchto strachově relevantní znaků je pak zvíře jako celek vyhodnoceno jako nebezpečné, ačkoli vykazuje i několik dalších znaků, které případnou hrozbu nesignalizují.

Poláková (2016) ale ve své práci zjistila, že lidé mohou vnímat toho samého savce jako krásného, ale zároveň i jako nebezpečného. Mezi znaky, které jsou vnímány spíše negativně, u savců patří například černá barva. Podobný efekt se ukázal i při studiu korálovek (Landová et al., 2012), kdy respondenti hodnotili strach a krásu prezentovaných druhů nezávisle na sobě. Zároveň tam platilo i to, že černě zbarvené druhy byly hodnoceny jako nebezpečnější. Coby více nebezpečné byly vnímány i aposematické druhy korálovek.

Pro různé skupiny živočichů ale platí jiné morfologické znaky, které lidé vnímají jako atraktivní či nebezpečné (Peléšková, 2016). U obojživelníků se prokázal vliv tvaru těla, při hodnocení ptáků pak na to, jestli působili nebezpečně, měl největší vliv tvar těla a velikost zobáku.

V případě plazů je jejich vnímání člověkem hodně ovlivněno tvarem hlavy či (ne)přítomností končetin. U hadů záviselo hodnocení i na jejich reálné velikosti a dále také na délce a šířce hlavy a celkové mohutnosti hada (Janovcová, 2015). Hodnocení atraktivity hadů také snižovala růžová a bílá barva.

Van Strien a kol. (2016) ve studii prováděné metodou elektroencefalografie zjistili, že oproti broukům byly reakce v mozku vyšší jak na hady, tak i na červy. Dovozejí z toho, že zakřivený tvar může být jedním z důležitých prvků pro prioritizaci hadů. To potvrzuje i studie prováděná LoBue a DeLoache (2011), kde byly zjištěny rychlejší reakce jak na hady, tak i na obrázky zatočeného drátu, v porovnání s květinami. Potřebných prvků je ale pravděpodobně více, protože i přes společný zakřivený tvar byly reakce na hady stále znatelně vyšší než na červy (Van Strien et al., 2016).

Důležitá role tvaru těla zvířete byla zjištěna i při studii estetických preferencí vůči ptákům, zatímco vliv barvy na respondenty se ukázal být velmi malý (Lišková et al., 2015). V podobné studii, která řešila estetické preference vůči hadům, korálovkám, se ale vliv barvy ukázal být poměrně významný (Marešová et al., 2009; Landová et al., 2012). Tento rozdíl je patrně dán tím, že hadi svým aposematickým zbarvením mohou dávat okolí důležitou informaci o své nebezpečnosti.

Studie prováděná Van Le a kol. (2013) se také pokoušela zjistit, které prvky na hadech jsou ty prioritizované. Nejvyšších reakcí *nuclei pulvinares thalami* u makaků bylo dosaženo tehdy, když jim promítali obrázky celého hada. Pokud byl obrázek před prezentováním rozdělen na mnoho částí, jež pak byly náhodně promíchány a znovu složeny, zaznamenaná reakce byla nižší. Ukazuje to tedy, že rychlá odpověď není vázána na nějaký jednotlivý detail hadího těla, jako spíš na celý objekt. Naopak poloha hada na reakci *nuclei pulvinares thalami* neměla vliv. Takže to, zda je had na prezentovaném obrázku svinutý či ne tak patrně není pro prioritizaci

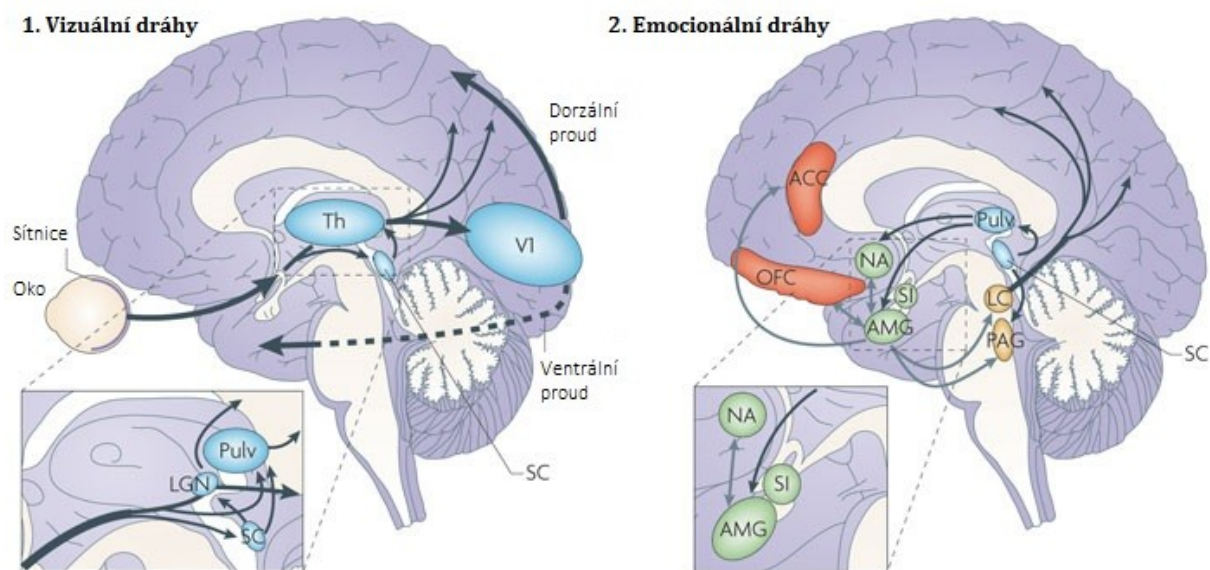
podstatné (Van Le et al., 2013). Tomu nasvědčuje i to, že při řazení korálovek podle strachu bylo dosaženo stejných výsledků s fotografiemi jako s živými korálovkami (Landová et al., 2012).

## **2. Neurofyzilogické koreláty při vnímání prioritizovaných stimulů**

Lidský mozek může vnímat vizuální podněty vědomě nebo nevědomě. K vědomému zpracování daných stimulů dochází jen v malém procentu případů, většina vnímání zůstane nevědomá - například kvůli momentální nedůležitosti pro pozorovatele nebo kvůli tomu, že stimul není dostatečně silný, aby mohl být vědomě vnímán, tedy je pod prahem vnímání (Tamietto and de Gelder, 2010). Přesto ale stimuly, které vnímáme jen nevědomě, mozek také zpracuje, signál ale probíhá jinými cestami než při vědomém zpracování stimulu (Morris et al., 1999; Tamietto et al., 2010). Při prioritním vnímání strachově relevantních stimulů (jako jsou právě nebezpečná zvířata) hraje velkou roli právě nevědomá reakce mozku, během které dochází k rychlému předání vizuální informace do subkortikálních oblastí. (Morris et al., 1999, 2001). Toto nevědomé vnímání může způsobit i určitou reakci na stimul, ačkoli ten nebyl vědomě zaznamenán. V případě skutečně nebezpečného stimulu to tedy znamená velice rychlou reakci na něj, což může být důležité pro přežití (Vuilleumier et al., 2003).

Důležitou oblastí v mozku pro tyto procesy je amygdala, která hraje klíčovou roli v prioritizaci strachově relevantních stimulů (Morris et al., 2001; Vuilleumier et al., 2004; Bach et al., 2015). A to oproti stimulům neutrálním nebo pozitivním, při jejichž prezentaci se nevědomá reakce amygdaly snižovala oproti reakci strachově relevantní stimuly (Morris et al., 1996; Whalen et al., 1998; Sabatini et al., 2010). Amygdala se účastní jak vědomého tak nevědomého zpracování emočního stimulu, ale dráha vědomé a nevědomé informace do amygdaly se liší (Morris et al., 1999), viz níže. Její aktivace byla zaznamenána i v případě, že respondent měl poškozenou vizuální kůru (Morris et al., 2001), což napovídá tomu, že strachově relevantní stimuly se do amygdaly mohou dostat subkortikální cestou, která aktivaci primární vizuální kůry nevyžaduje (Morris et al., 2001). To je v souladu s experimentem, při kterém měl respondent s poškozením primární vizuální kůry určit, jaký stimul mu byl prezentován a dokázal toto určit častěji než náhodně (Weiskrantz et al., 1995).

Při vědomém i nevědomém vnímání vizuálních stimulů, které mají nějaký emoční kontext, dochází k propojení vizuálních a emočních oblastí v mozku (Obr. 1).



Nature Reviews | Neuroscience

(Obr. 1) Ilustrace vizuálních (1) a emocionálních (2) drah v mozku (upraveno dle Tamietto and deGelder, 2010).

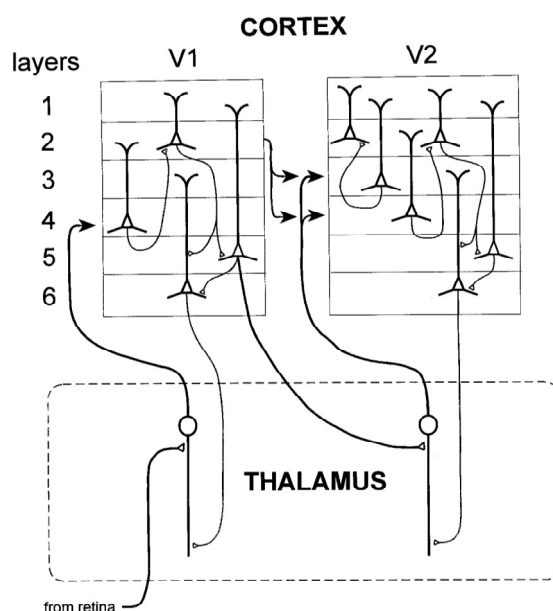
1. Tlustými šipkami je znázorněna kortikální cesta vizuálního signálu a tenkými šipkami jsou vyznačeny subkortikální dráhy vizuálního signálu. 2. Zde je vyznačena dráha z *nuclei pulvinares thalami* do amygdaly a dále pak dráhy vedoucí z amygdaly do různých mozkových oblastí. Th – thalamus, V1 – primární vizuální kůra, LGN – *corpus geniculatum laterale thalami*, SC – *colliculus superior tecti*, Pulv – *nuclei pulvinares thalami*, AMG – amygdala, SI – *substantia innominata*, struktura sousedící s thalamem a amygdalou; NA – *nucleus accumbens*, součást striata; LC – *locus coeruleus*, součást Varolova mostu; PAG – periaqueduktální šed', oblast tegmenta; OFC – orbifrontální kůra, ACC – anteriorní cingulátní kůra.

## 2.1. Cesta vizuálního signálu do mozku

Sítnice oka je s mozkem, respektive s částí thalamu, spojena drahou, která se skládá se z několika typů neuronů (Trojan, 2003; Kolb, 2003). Prvními neurony v této dráze jsou světločivné buňky, u kterých rozeznáváme dva typy, a to tyčinky a čípky. Druhé neurony představují bipolární neurony, *ganglion retinae* a třetími neurony jsou gangliové buňky, *ganglion opticum* (Kolb, 2003). Z gangliových buněk pak většina axonů pokračuje pomocí *nervus opticus* k neuronům v oblasti zvané *corpus geniculatum laterale thalami* (Perry et al., 1984). Zároveň se ale před *corpus geniculatum laterale* z této dráhy odpojují další větve, mimo jiné cesta do *colliculus superior tecti*, což je oblast středního mozku (Perry and Cowey, 1984; Tamietto et al., 2010). Z gangliových buněk se do této oblasti dostane asi 10% axonů (Perry and Cowey, 1984). Odtamtud signál pokračuje do *nuclei pulvinares thalami*, přičemž tato oblast vysílá signál do vizuálních kortikálních oblastí, a to do týlních a temenních oblastí kůry (Wurtz et al., 2011).

*Corpus geniculatum laterale thalami* je oblast zapojená do selektování vjemů a z něj vizuální signál pokračuje aferentní drahou do primární vizuální kůry (Wurtz et al., 2011), jež se nachází v týlním mozkovém laloku a signál se dále dostává i do sekundárních vizuálních oblastí v kůře (Luck et al., 1997). V primární vizuální kůře se signál dělí na dorzální proud a ventrální proud kortikálního vnímání (Obr. 1), přičemž tyto dva proudy mají každý jinou funkci. Ventrální proud, který pokračuje do spánkového mozkového laloku, je zaměřen na identifikaci stimulu a také na zaznamenání jeho detailních prvků. Oproti tomu dorzální proud, který pokračuje do temenního mozkového laloku, se soustředí na pohyb a umístění objektu v prostoru (shrnuje v Mishkin et al., 1983). Signál z ventrálního proudu se dále dostane do spodního spánkového laloku, kde dojde k vědomému zaznamenání objektu a vedou odtamtud spoje do orbifrontální a prefrontální kůry (Webster et al., 1994, převzato z Silverstein and Ingvar, 2015).

Co se týče pozornostního systému, tak ten se v mozku skládá ze tří oblastí (Obr. 2). Pozornost projevují kortikální sloupce („columns“) v posteriorní či anteriorní kůře. Druhou oblastí jsou thalamická jádra, která jsou na tyto sloupce napojená a mohou je aktivovat. Třetí oblast pak představují sloupce prefrontální kůry, které mohou kortikální sloupce a jejich aktivitu v jiných oblastech kontrolovat. Spojení těchto tří oblastí se také říká trojúhelníkový okruh, a pokud jsou aktivovány všechny tři zároveň, dochází k aktivaci pozornosti (LaBerge, 1997).



(Obr. 2) Schéma příkladu trojúhelníkového okruhu, ze sloupců primární vizuální kůry vedou spoje do sloupců sekundární vizuální kůry, a to jak přímo, tak i nepřímo přes thalamická jádra a ve výsledku tvoří trojúhelník (LaBerge, 1997).

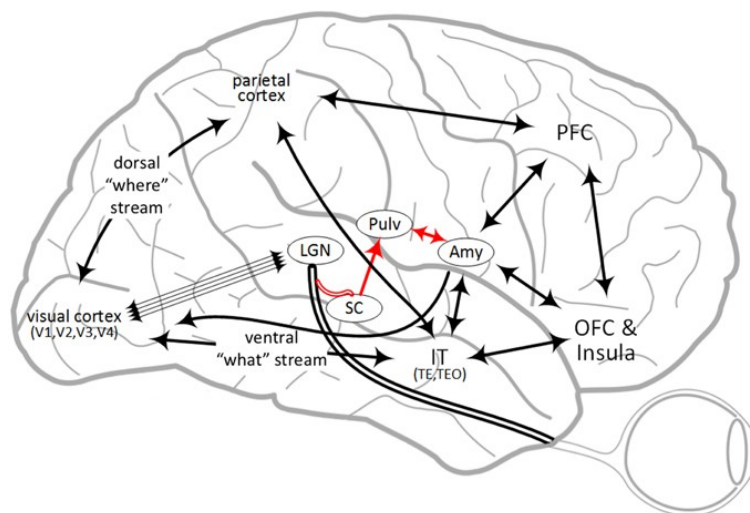
Vizuální systém je velice propojený a většina spojení je reciproční, kdy části drah získávají i zpětnou vazbu z nadřazených oblastí i z podřazených oblastí. Například *corpus geniculatum*

*laterale thalami* získává zpětnou vazbu eferentně z primární vizuální kůry (Obr. 3) a tato zpětná vazba může ovlivnit, které vjemy ze sítnice se dostanou dále do kůry, popřípadě které budou zesíleny či zeslabeny. Zpětná vazba může být z vizuální kůry získána buď přímo, anebo nepřímo přes střední mozek a mozkový kmen (Casagrande et al., 2005; McAlonan et al., 2008). Také do oblastí *colliculus superior tecti* a *nuclei pulvinares thalami* se dostává zpětná vazba z primární vizuální kůry (Trojanowski and Jacobson, 1977; Pavlou and Casey, 2010).

## 2.2. Cesta vizuálního signálu do amygdaly

Vizuální signál ze sítnice se do amygdaly může dostat dvojí cestou, tyto dvě cesty bývají označovány jako kortikální – její součástí jsou i korové oblasti mozku, a subkortikální, která na cestě od sítnice do amygdaly korové oblasti nezahrnuje (Morris et al., 1999).

Evolučně mladší dráha je kortikální, někdy též označovaná jako retinogenikulostriatní (Tamietto et al., 2010). Jedná se o dráhu pro člověka „běžnější“, která vede ze sítnice do *corpus geniculatum laterale thalami* a dále do primární vizuální kůry (Wurtz et al., 2011). Signál pokračuje z primární vizuální kůry ventrálním proudem kortikálního vnímání do spánkového mozkového laloku, odkud se signál posléze také dostane do amygdaly (Ghashghaei and Barbas, 2002). Kortikální dráha do amygdaly je sice pomalejší, ale dochází při ní k vědomému vnímání stimulu a také k jeho zařazení (Morris et al., 1999). Dle Vuilleumiera a kol. (2003) kortikální dráha přenáší ze stimulu především informace o vysoké prostorové frekvenci vizuálního stimulu.



(Obr. 3) Znárodnění propojení vizuálních a emocionálních oblastí v mozku, červeně je vyznačena subkortikální dráha vizuálního signálu do amygdaly (Silverstein and Ingvar, 2015). LGN – *corpus geniculatum laterale thalami*; SC – *colliculus superior tecti*; Pulv – *nuclei pulvinares thalami*; Amy – amygdala; PFC – prefrontální kůra; OFC – orbitofrontální kůra; IT – spodní spánkový lalok

Evolučně starší dráha, někdy nazývaná retinotektální (Nakano et al., 2013), která je u člověka využívána při rychlém, nevědomém vnímání významných stimulů, je subkortikální a vede ze sítnice do oblasti *colliculus superior tecti* – SC (Morris et al., 1999). Tato oblast je důležitá pro přeměnu vizuálního signálu, přejatého ze sítnice, na signál motorický, který poté z SC pokračuje dále (Tamietto et al., 2010). A to do *nuclei pulvinares thalami*, odkud signál pokračuje rychle přímo do amygdaly (Morris et al., 1999), viz Obr. 3. Existenci tohoto subkortikálního proudu do amygdaly podporují i zjištění Vuilleumiera a kol. (2003), kteří zaznamenali, že jak amygdala, tak i *colliculus superior tecti* a *nuclei pulvinares thalami* reagují na obrázky vyděšených tváří s nízkou prostorovou frekvencí, a to například oproti fusiformní kůře (oblast specializovaná pro vnímání tváří, Kamwisher et al., 1997; Haxby et al., 2000; Vuilleumier et al., 2001; více v kapitole 2.5) která reagovala na tytéž obrázky s vysokou prostorovou frekvencí.

Prostorová frekvence fotografie udává, jak moc je daný obrázek detailní. Tedy, obrázky s nízkou prostorovou frekvencí mají málo viditelné obrysy a detaily a vypadají rozmazaně, ale poskytují základní informace o proporcích a tvaru. Obrázky s vysokou prostorovou frekvencí oproti tomu mají velice dobře viditelné obrysy i u detailů, ale absolutně se u nich vytrácí barevnost a základní informace o prostředí (Bar, 2004).

Dále bylo také zjištěno, že subkortikální regiony (*coliculus superior tecti* a *nuclei pulvinares thalami*) se s amygdalou (a to pravou) pojily jen při promítání maskovaných strachově relevantních stimulů. Totiž, pokud byl takový stimul maskován, k jeho vědomému zpracování kortikální cestou nedošlo, ale subkortikální dráha (nevědomé zpracování) jím byla aktivována (Morris et al., 1999). Reakce na stimuly, které se neřadí mezi strachově relevantní, je pak patrně kontrolována jinými zpracovávacími mechanismy, jejichž aktivitu maskovaný stimul nedokáže vyvolat (Öhman and Soares, 1993). Subkortikální dráha tedy dodává do amygdaly informaci o stimulu sice jen v hrubých rysech, ale zato rychle, nezávisle na vědomí a kortikální dráze, což se z hlediska přežití zdá být velice důležité (Morris et al., 2001; Vuilleumier et al., 2003).

### 2.3. Amygdala

Amygdala je subkortikální struktura složená z mnoha jader, která se nachází ve spánkovém laloku a je také součástí limbického systému, který je důležitou částí mozku spojenou s vytvářením a prožíváním emocí (Öhman and Mineka, 2001). Také bývá u člověka označována jako jedno z center pocítování strachu (Phelps, 2006). A to proto, že je napojena na hypothalamus a HPA osu, tedy na strachové oblasti a dokáže je aktivovat, pokud je

organismus ve stresu. Velice důležitá je její role také při strachovém podmiňování a při sledování okolí. Amygdala totiž dokáže ovlivňovat bdělost v závislosti na vnějších podnětech, které mohou být relevantní, ať už v pozitivním nebo negativním smyslu (shrnuje v Dedovic et al., 2009).

Jednou z funkcí amygdaly je například zlepšování smyslového zpracovávání emočního stimulu (Vuilleumier et al., 2004). Amygdala ke své aktivaci ale nepotřebuje, aby byla pozorovatelova pozornost soustředěna na daný strachově relevantní stimul, reaguje na něj i bez pozornosti, respektive před pozorností (Vuilleumier et al., 2001). Zvýšená reakce amygdaly byla sice zaznamenána i na šťastné tváře, tedy na stimul, který není strachově relevantní, ale jen tehdy, pokud daná tvář byla zpracovávána vědomě, při nevědomém zpracování se toto neprokázalo (Williams et al., 2004). To napovídá, že amygdala má významnou roli při zpracovávání emocí, ale jen strachově relevantní stimuly dokáží vyvolat její reakci na stimuly, které jsou vnímané nevědomě.

Další funkcí v amygdale je také schopnost ovlivňovat uchovávání vzpomínek spojených s prožíváním nějaké emoce, a to díky spojení s hippokampem (Sierra-Mercado et al., 2011). Poškozená amygdala totiž zabráňovala úspěšnému emocionálnímu učení (Bechara et al., 1995). Morris a kol. (1998) prokázali, že není třeba vědomé vnímání stimulů k tomu, aby je amygdala mohla rozlišovat na základě získané zkušenosti. To je velice důležité právě pro stimuly spojené se strachem, které mohou být pro pozorovatele nebezpečím. Nevědomé reakce amygdaly byly zaznamenány zejména na vyděšené tváře (Sabatini et al., 2010) nebo na evoluční hrozby, jako jsou hadi a pavouci (Öhman et al., 2001).

### **2.3.1. Části amygdaly**

Amygdala je struktura, která se skládá z mnoha dílčích částí, nicméně její hlavní část se obvykle dělí na tři oblasti. První je kortikomediální jádro, které získává informace o čichových stimulech a je také napojeno na hypothalamus. Druhou částí je bazolaterální jádro amygdaly, které se pojí se spánkovou a temenní mozkovou kůrou, s ventromediální prefrontální kůrou a také s hippokampem. Toto jádro přisuzuje přijatým informacím nějakou emoční valenci a zároveň je podstatné pro naučení a zapamatovávání strachu. Centrální jádro se pak pojí s především s chuťovými oblastmi a také s mozkovým kmenem (Trojan, 2003; Sierra-Mercado et al., 2011). Bazolaterální jádro je tedy oblastí, kde informace získává emoci a může se uložit do paměti, zatímco kortikomediální a centrální jádro jsou oblastmi, které díky spojmům s hypothalamem a mozkovým kmenem mohou spouštět reakci na tuto emoční informaci (Öhman and Mineka, 2001; Sierra-Mercado et al., 2011).



### **2.3.2 Lateralizace amygdaly**

V experimentu prováděném Morrisem a kol. (1998) bylo zjištěno, že na nevědomé stimuly reagovala pravá amygdala, zatímco při vědomě vnímaných stimulech se aktivovala levá amygdala. Nicméně v další studii byla na nevědomé stimuly zaznamenána zvýšená reakce levé amygdaly. To ale mohlo být způsobeno odlišnou povahou stimulu (jednalo se o šťastné tváře oproti vyděšeným u Morris et al., 1998) anebo i použitou metodou sledování mozkové činnosti - u Morris PET, zde fMRI (Killgore and Yurgelun-Todd, 2004).

Zároveň i jedna ze studií, která používala jako stimuly hady, při nevědomém vnímání prokázala zvýšenou aktivitu levé amygdaly, zatímco při vědomém vnímání se reakce amygdaly nezměnila – pokud se nejednalo o stimul fobický (Carlsson et al. 2004). Výsledky Ohmana a Soarese (1993) ze studie, kde jako stimuly figurovali hadi a pavouci naopak říkají, že žádná lateralizace nebyla zjištěna. K témuž výsledku došli i Sabatini a kol. (2010) ve studii prováděné na lidských tvářích.

Lateralizaci amygdaly se tedy v souvislosti s vnímání nevědomě zaznamenaných stimulů odborné články sice věnují, ale v tomto ohledu nepanuje ve výsledcích shoda. Tyto rozdíly vznikly patrně i vlivem různých způsobů testování a odlišných pozorovacích metod a hlavně pramení i z rozdílnosti použitých stimulů. Roli mohou hrát i odlišnosti různých faktorů u respondentů, například pohlaví (Sabatini et al., 2010). Bylo totiž také zjištěno, že reakce žen na nepříjemné stimuly byla signifikantně větší než reakce mužů, což je v souladu s teoriemi, že zpracovávání emocí se u mužů a žen odlišuje (Lithari et al., 2009).

### **2.4. Dráhy vedoucí z amygdaly**

Amygdala po přijetí signálu může aktivovat emoce, a to díky svému propojení se strukturami hypothalamu a mozkového kmene (Ghashghaei and Barbas, 2002). Mozkový kmen je centrem reflexní motoriky, zatímco hypothalamus má vliv na vegetativní funkce a podílí se na reakci vůči strachu – tzv. únik nebo útok (Trojan, 2003). Uvažuje se, že rychlejší subkortikální cestou amygdala získá informaci o emocionálním kontextu stimulu a pak může recipročním spojením s vizuální kůrou upravovat pozdější fázi vnímání i kognitivní funkce, jako je pozornost nebo paměť (Vuilleumier, 2004; Phelps, 2006). Amygdala hojně interaguje také s korovými oblastmi, jako je fusiformní kůra (oblast, která má důležitou funkci při vnímání tváří, viz níže), kůra svrchního spánkového laloku a orbifrontální kůra (Atkinson and Adolphs, 2005). Také v anteriorní cingulární kůře byl zaznamenána reakce na strachově relevantní stimuly (Vuilleumier et al., 2001). V tomto několikrát propojovaném řetězci se

také předpokládá role *locus coeruleus*, oblasti Varolova mostu, a periaqueductální šed', jež se nachází v oblasti tegmenta ve středním mozku (Silverstein and Ingvar, 2015).

Amygdala má díky drahám, jež z ní vychází (například spoje s hypothalamem a s HPA osou), vliv i na psychofyzilogické a behaviorální reakce na prezentovaný stimul (Öhman et al., 2007; Dedovic et al., 2009). Takto aktivovaná odpověď limbického systému ale může být zastavena jinými částmi mozku, například pokud se taková reakce ukáže být nepotřebnou, tuto funkci plní třeba ventrální striatum (Vuilleumier et al., 2001).

## **2.5. Fusiformní kůra a vnímání tváří**

Fusiformní kůra je oblast nacházející se ve spánkovém laloku a u lidí zřejmě hraje podstatnou roli při vnímání tváří a při jejich detekci a identifikaci, k čemuž ale dle zjištění potřebuje pozornost vůči prezentovanému stimulu (Kanwisher et al., 1997; Haxby et al., 2000; Vuilleumier et al., 2001). Také u makaků (*Macaca mulatta*) byla objevena obdobná oblast pro rozpoznávání tváří, také umístěná v části spodního spánkového laloku a mající podobnou velikost jako fusiformní kůra u lidí (Tsao et al., 2003).

V experimentu prováděném Vuilleumierem a kol. (2001) se tvář musela objevit na místě, na které se pozornost respondenta soustředila, aby to fusiformní kůru ovlivnilo. Oproti tomu amygdala byla aktivována vyděšenými tvářemi, bez ohledu na jejich pozici a tedy i bez ohledu na to, zda byla na onu tvář soustředěna pozornost. Dále také pravá část fusiformní kůry byla více aktivována vyděšenými tvářemi než neutrálními, patrně proto, že strachově relevantní stimuly poutají pozornost více než ty neutrální. Také ve studii, kterou prováděli Williams a kol. (2004) bylo zjištěno, že fusiformní oblast byla zvýšena při prezentaci tváří, jež byly vědomě vnímány oproti těm, jež byly vnímány nevědomě.

Také bylo zjištěno, že pro aktivaci fusiformní kůry při prezentaci vyděšených tváří je amygdala zřejmě potřebná. Respondenti s poškozením amygdaly totiž aktivovanou fusiformní kůru neměli, což napovídá, že právě amygdala tvoří klíčovou spojku s fusiformní kůrou (Vuilleumier et al., 2004). Fusiformní kůra nicméně na rozdíl od amygdaly reaguje nejvíce na obrázky tváří s vysokou prostorovou frekvencí (viz výše), zatímco amygdala na tyto tváře takřka nereaguje a její aktivaci zvyšují naopak obrázky tváří s nízkou prostorovou frekvencí (Vuilleumier et al., 2003). Podle této studie tak amygdala obrázků analyzuje podle jiných prvků, než dle kterých se totéž děje ve fusiformní kůře. Amygdale k získání informace o emoci přítomné na obrázku zřejmě dostačují obrázky s nízkou prostorovou frekvencí, zatímco fusiformní kůra se zabývá více identifikací dané tváře, k čemuž potřebuje vysokou prostorovou frekvenci obrázků.

## **2.6. Hipokampus**

Hipokampus tvoří další strukturu limbického systému, která hraje velice důležitou úlohu při ukládání informace do paměti (Phillips and LeDoux, 1992; Bechara et al., 1995; Trojan, 2003). Nachází se v blízkosti amygdaly a má s ní patrně různá spojení, jeho účast spolu s amygdalou byla prokázána zejména při uchovávání vzpomínek spojených s nějakou emocí (Phillips and LeDoux, 1992; Sierra-Mercado et al., 2011). U respondentů s poškozenou amygdalou nedošlo při prezentaci vyděšených tváří v hipokampu ke zvýšení aktivity, což patrně znamená, že informaci o takových stimulech získává hipokampus pouze z amygdaly, a tak je jeho spojení s amygdalou pro ukládání takových stimulů do paměti klíčové (Vuilleumier et al., 2004). Pokud měl respondent poškozený hipokampus, k emocionálnímu učení pomocí amygdaly docházelo, ale poškozením hipokampu bylo zamezeno úspěšnému vědomému kognitivnímu učení (Bechara et al., 1995).

## **3. Způsoby nahlížení na prioritizaci potenciálně nebezpečných (optických) stimulů**

Prioritní vnímání nebezpečných zvířat jako optických stimulů se v odborných studiích zkoumá ze tří různých hledisek:

- i) pozornostní testování,
- ii) neurofyzilogické aspekty,
- iii) evoluční souvislosti, které mohly mít vliv na vznik tohoto fenoménu.

Pozornostní testování tohoto jevu si většinou klade za cíl prokázat, že ony prioritizované stimuly jsou člověkem vnímány a rozpoznávány rychleji než stimuly, které nemají žádný potenciálně nebezpečný kontext. Obvykle se při tomto typu studie hledá cílový stimul mezi několika ostatními, rozptylujícími stimuly (tzv. distraktory), a měří se časový úsek, za který respondent cílový stimul lokalizoval (Öhman et al., 2001; Soares, 2012; LoBue and Matthews, 2014). Jako stimuly zpravidla figurují obrázky daného zvířete, mnohdy digitálně upravené, aby se odfiltroval odlišný vliv různých prvků fotografií (např. kontrast, jas nebo sytost barev) na vnímání respondenta (např. Yorzinski et al., 2014).

Studie zabývající se neurofyzilogickými aspekty prioritizace se zaměřují především na to, které části mozku se na prioritním vnímání stimulů podílejí nejvíce a porovnávají reakce na prioritizované stimuly s reakcemi na neutrální stimuly. Stejně tak se zabývají i rychlostí aktivace konkrétních částí mozku na dané stimuly (Vuilleumier et al., 2001; Williams et al., 2004). Velice důležitým aspektem prioritního vnímání, na který studie tohoto typu také

poukazují, je nevědomá reakce mozku na stimul, který nebyl vědomě zaznamenán (Öhman and Soares, 1994; Whalen et al., 1998; Carlsson et al., 2004). Tato nevědomá reakce hraje v prioritizaci potenciálně nebezpečných stimulů důležitou roli, ale při pozornostním testování ji vzhledem k povaze tohoto testování nelze přesvědčivě prokázat. Při výzkumu neurofyzilogických aspektů prioritizace bývají využívány metody sledování činnosti mozku, jako je například funkční magnetická rezonance (Dilger et al., 2003) a dále některé studie testují i fyziologické reakce těla na prezentované stimuly, jako je zvýšená tepová frekvence (Craske et al., 1991) nebo změny vodivosti kůže (Najström and Jansson, 2006).

Třetím typem studování prioritního vnímání nebezpečných zvířat je evoluční hledisko, tedy evoluční souvislosti a možné důvody vzniku systému prioritizace určitých stimulů. S tím dále souvisí také otázka, zda jsou konkrétní stimuly prioritizovány od narození, nebo se jedná o naučenou dovednost. Objekty těchto studií bývají většinou primáty (Weiss et al., 2015) anebo děti (DeLoache and LoBue, 2009). Studie prováděné na primátech mají dokázat přítomnost tohoto modelu prioritizace potenciálně nebezpečných stimulů u nejbližších příbuzných člověka (ancestrální stav alespoň u starosvětských opic) a zároveň tak podpořit hypotézu, že prioritizační systém vznikl jako důsledek koevoluce mezi některými primáty a jejich predátory (Isbell, 2006). U dětí se testuje především to, zda na daná nebezpečná zvířata reagují odlišně než na ostatní, ačkoli s nimi do té doby (údajně) nikdy nepřišly do styku v nějakém negativním kontextu. Tyto studie se tak snaží o odfiltrování různých předsudků (například vůči hadům a pavoukům), které mohou být velmi brzy získány ve společnosti nebo vlastní zkušeností (LoBue and DeLoache, 2010). Vědci předpokládají, že malé děti těmto vlivům ještě nebyly vystaveny, anebo alespoň ne natolik, aby je to mohlo ovlivnit. Výstupem studií tohoto typu by pak mělo být konstatování, zda je strach z nebezpečných zvířat (a jejich prioritní vnímání) získaný během vývoje konkrétního jedince, či zda je to výhoda při vyhýbání se nebezpečí, která vznikla v průběhu evoluce.

## **4. Prioritizace z pozornostního hlediska**

### **4.1. Metodika**

Pozornostní testování prioritizace potenciálně nebezpečných stimulů povětšinou probíhá tak, že respondenti mají za úkol najít konkrétní stimul mezi ostatními, které hledání mají ztížit - ty bývají označovány jako distraktory. Při testování respondenti hledají potenciálně nebezpečný stimul mezi neutrálními distraktory nebo naopak neutrální stimul mezi těmi potenciálně nebezpečnými (Öhman et al., 2001; Penkunas and Coss, 2013; Yorzinski et al., 2014).

Při tomto typu testování se zpravidla používá jeden z následujících typů úkolů – buď hledání daného obrázku v matici obrázků rozptylujících (např. Penkunas and Coss, 2013) anebo jde o tzv. RSVP – rapid serial visual presentation, kdy se jedná o rychlou prezentaci obrázků za sebou, přičemž má respondent dát manuální odpověď, pokud již našel objekt dle zadaného úkolu (např. Smith et al., 2006; New et al., 2007). Testování obvykle probíhá metodou manuální odpovědi (např. Öhman et al., 2001), k testování pomocí matrice obrázků se využívá i sledování pohybů oka, tzv. eye-tracking (např. Rinck et al., 2005). Některé studie výsledky získávají na základě kombinace obou těchto metod (Yorzinski et al., 2014).

Při testování manuální odpovědi má respondent po nalezení požadovaného stimulu toto potvrdit stisknutím určeného tlačítka, popřípadě přímo daného obrázku na dotykové obrazovce. LoBue a Matthews (2014) tyto dva způsoby manuální odpovědi porovnávali, aby zjistili, jestli se i při poměrně novém způsobu testování (dotyková obrazovka) dosáhne stejného výsledku. Bylo zjištěno, že při obou způsobech byly reakce rychlejší na potenciálně nebezpečné stimuly než na neutrální stimuly. Dotyková metoda, která se oproti tlačítkové zdá být mnohem vhodnější pro dětské respondenty, je tedy také vhodná pro testování prioritizace potenciálně nebezpečných stimulů (LoBue a Matthews, 2014).

U eye-trackingových studií speciální přístroj s kamerou sleduje pohyby oka respondentů a tak i to, kolik obrázků viděli, než našli ten správný nebo jakými distraktory se nechali nejvíce rozptýlit (např. Yorzinski et al., 2014).

Při obou typech studií na matici obrázků se také měří čas, který respondenti potřebovali k nalezení cílového obrázku, u eye-trackingu se pak zaznamenává i doba sledování jednotlivých distraktorů.

Prezentované obrázky, ať už cílové nebo distraktory, bývají předem digitálně upraveny, obvykle se upravuje kontrast nebo jas, aby se odfiltroval vliv těchto faktorů na výsledky výzkumu (např. Yorzinski et al., 2014). Pokud se porovnávají různé druhy zvířat, často se autoři studie snaží vybrat obrázky, na kterých zvířata působí neutrálně – tedy bez útočného nebo obranného postoje (např. Penkunas and Coss, 2013). Často se také prezentují obrázky v odstínech šedi, aby byl znemožněn větší vliv barvy než objektu na obrázku (Lišková et al., 2015). Bylo totiž prokázáno, že výše zmíněné prvky fotografií (kontrast, barevnost) mohou ovlivnit vizuální vnímání dané informace jako potenciálního nebezpečí (Lu et al., 2015).

#### **4.2. Zjištění studií testujících změnu pozornosti vůči prioritizovaným stimulům**

Pozornostním testováním bylo zjištěno, že respondenti v matici obrázků nacházeli dříve potenciálně nebezpečný stimul mezi neutrálními distraktory než naopak, přičemž při

potenciálně nebezpečném cíli nezáleželo na počtu distraktorů (Öhman et al., 2001). Při hledání potenciálně nebezpečných stimulů také respondenti chybovali méně často, než když hledali neutrální stimuly (LoBue and Matthews, 2014). A ani to, že neutrální stimul byl velice podobný potenciálně nebezpečnému stimulu (ještěrky podobné hadům) neovlivnilo jeho vnímání respondenty - ti ho stále posuzovali coby neutrální, což platilo jak pro dětské, tak pro dospělé respondenty (Penkunas and Coss, 2013). Toto zjištění je ale v rozporu s prací Janovcové (2015), která zjistila, že respondenti se při hodnocení plazů částečně nechali ovlivnit tím, zda jim daný druh připomínal i něco jiného.

Naopak při hledání neutrálního obrázku byl respondent potenciálně nebezpečnými distraktory rozptylován více – s větším počtem distraktorů se zvyšoval i čas potřebný k nalezení cílového neutrálního stimulu (Öhman et al., 2001). Podle jedné z eye-trackingových studií (Yorzinski et al., 2014) je to způsobeno skutečností, že potenciálně nebezpečné stimuly na sebe vážou pozornost respondenta, ať už po nich respondent pátrá anebo ne.

Obecně vzato důležité stimuly pro pozorovatele na sebe poutají pozornost i tehdy, pokud ji pozorovatel zrovna věnuje něčemu jinému. Je to výhodné a vlastně i nutné, protože naprosté ignorování okolí by pro pozorovatele mohlo být hodně nebezpečné (Vuilleumier, 2005). Hledání neutrálních cílových stimulů je tedy pomalejší proto, že se pozornost respondentů více zastaví na potenciálně nebezpečných distraktorech (Yorzinski et al., 2014).

Pro člověka je zřejmě důležité potenciálně nebezpečné stimuly zaznamenat vždy, i když přímo tyto stimuly nehledá, aby mohl rychle odhadnout případné hrozící nebezpečí, a to i ve ztížených podmínkách, ve kterých se nebezpečná zvířata mohou poměrně dobře maskovat (Soares et al., 2012).

Na čas potřebný ke hledání potenciálně nebezpečného cílového stimulu pak dále neměla vliv ani jeho pozice v matici obrázků, což u neutrálního cílového stimulu neplatilo. Pokud byl neutrální cílový stimul umístěn na okraji matrice obrázků, tak tato pozice jeho hledání zpomalovala (Öhman et al., 2001).

Respondenti rychleji nacházeli potenciálně nebezpečné stimuly mezi neutrálními distraktory i u obrázků upravených tak, aby bylo odlišení jednotlivých objektů na obrázku složitější (Yorzinski et al., 2014). Dané upravené prvky (v tomto případě byl upraven jas a prostorová frekvence fotografie a upravené obrázky tak byly de facto v odstínech šedi) ale pravděpodobně detekci potenciálního nebezpečí usnadňují, jelikož respondenti byli nejrychlejší v nacházení potenciálně nebezpečných cílových stimulů právě tehdy, když byly obrázky stimulů prezentované v původní podobě, tedy bez úprav.

Ale také při experimentu, kde jako stimuly nebyly používány fotografie ale zjednodušené kresby objektů, byla zjištěna rychlejší reakce na strachově relevantní stimuly než na neutrální (Blanchette, 2006).

Öhman a kol. (2001) uvádějí, že tyto skutečnosti podporují tezi, že hledání neutrálních stimulů je sériové, zatímco hledání těch potenciálně nebezpečných je paralelní. Tedy, že neutrální stimuly zaznamenáváme postupně, jeden po druhém, zatímco potenciálně nebezpečné stimuly dokážeme zaznamenávat i souběžně.

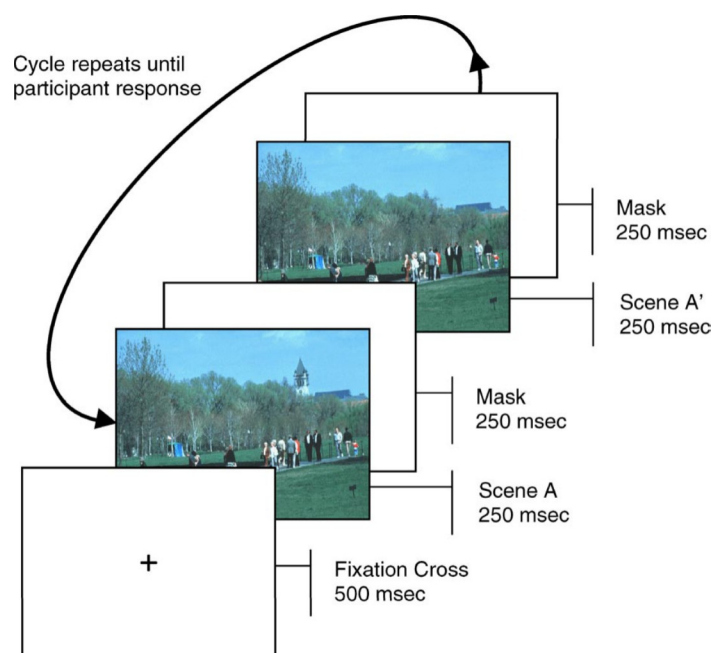
Také je dle Öhmana a kol. (2001) pravděpodobné, že obrázky hadů a pavouků obsahují specifické prvky, díky kterým je jejich zaznamenání jednodušší. Nicméně nevylučují ani možnost, že tyto výsledky mohly být ovlivněny tím, že jako potenciálně nebezpečné stimuly figurovaly organismy schopné pohybu (hadi, pavouci) oproti neutrálním stimulům, jež patřily k organismům statickým (květiny, houby). V jiných studiích ale dochází i k porovnávání reakcí na podobně vypadající zvířata a potenciálně nebezpečná zvířata jsou i v těchto zaznamenávána dříve než zvířata, která nebezpečná nejsou (např. Penkunas and Coss, 2013). Schopnost pohybu je sice obecně důvodem pro prioritizaci (New et al., 2007; Calvillo and Hawkins, 2016), ale jako taková není klíčovým důvodem pro prioritizaci potenciálně nebezpečných zvířat oproti ostatním zvířatům (Penkunas and Coss, 2013).

#### **4.3. Úloha hledání změny, tzv. change detection task**

New et al. (2007) zjistili, že respondenti věnovali zvířatům větší pozornost než jiným neživým objektům. Tato studie probíhala metodou „change detection task“, což je vlastně jeden ze způsobů použití metody rychlé prezentace cyklu obrázků. Takový experiment tedy probíhá tak, že do obrázku krajiny se vložily nějaké objekty, a to lidé, zvířata anebo nepohyblivé / neživé objekty, například rostliny, domy či auta. Poté následovalo bílé pozadí a po něm znovu ten samý obrázek, ve kterém ale došlo k jedné změně – nějaký objekt zmizel či změnil své umístění. Pak se promítl zase bílý obrázek a po něm se tato čtyřobrázková sekvence znovu opakovala, dokud respondent správně nezjistil danou změnu (Obr. 4).

A právě při tomto typu úkolu New a kol. (2007) zaznamenali, že změny týkající se zvířat a lidí byly nacházeny dříve a častěji než změny týkající se objektů neschopných pohybu. Ale i pohyblivé neživé věci, jako jsou auta, byla také nacházena méně spolehlivě než zvířata a lidé. Usuzovali z toho, že živé objekty naši pozornost upoutávají dříve proto, že pro ně patrně máme nějakou preferenci, která souvisí s koevolucí s nimi. Totiž, že všímát si živých objektů bylo pro předky člověka důležité jak z hlediska přežití mezi predátory, tak i kvůli hledání potravy, případně i kvůli nebezpečí poranění. Některé neživé objekty či objekty neschopné

pohybu sice také mohly být potenciálním nebezpečím, nebo případně možnou potravou, ale vzhledem k jejich stálosti nebylo nutné informace o nich získávat a zpracovávat tak rychle (New et al., 2007).



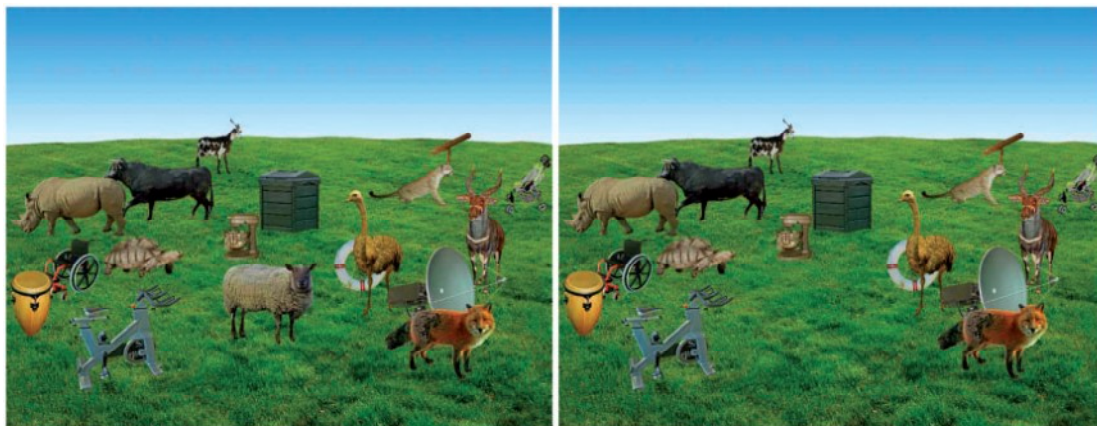
Obr. 4: Ukázka mechanismu metody, kterou se používá při studiích „change detection task“, obrázky se promítají na monitoru a respondent pak oznámí nalezení změny (New et al., 2007).

Výsledky této studie a i dalších podobných, které využívají „change detection task“, ale rozporují Hagen a Laeng ve své experimentální studii (Hagen and Laeng, 2016). Ti provedli podobný experiment, jehož výsledky se s výsledky předchozích studií neshodovaly. Naopak, z těchto experimentů plynulo, že respondenti změny znamenávali stejně často a stejně rychle, ať už se jednalo o živé anebo neživé objekty. Autoři výsledky předchozích studií přisuzovali vlivu experimentálního designu, konkrétně tomu, že odlišné typy stimulů byly prezentovány v odlišných prostředích. A dle nich právě prostředí mohlo mít rozhodující vliv na schopnost poznat změnu. Tento experimentální design oni ve své studii upravili tím, že vytvořili umělou scenerii, aby k podobnému vlivu prostředí při jejich experimentu nedocházelo.

Jednalo se o fotografii plochy, na kterou byly počítačově umístěny živé i neživé objekty, jinak se metodika shodovala s předchozími studiemi, vždycky na obrázku došlo k jedné změně (Obr. 5). Uměle sestavenými obrázky se autoři snažili zamezit vlivu prostředí na hledání změn, který se dle nich například u New a kol. (2007) projevil. Ale dle mého názoru toto nelze porovnávat, protože New a kol. (2007) se zabývali hledáním změn v přirozeném prostředí, plném různých překážek, stínů a jiných rozptylujících prvků, zatímco zde Hagen s Laengem (2016) vlivu okolního prostředí vlastně zcela zabránili, což situaci v reálném světě



absolutně neodpovídá. Z mého pohledu tedy jejich studie sice upozorňuje na možné nedostatky předchozích experimentů, ale jejich metodám a závěrům se dá oponovat.



Obr. 5: Příklad uměle vytvořené scenerie s objekty, použité v Experimentu 1 ve studii Hagen a Laenga (2016).

Ve druhém experimentu pak Hagen a Laeng (2016) využili fotografie reálného prostředí, stejné, které používali New a kol. ve své studii, s tím, že zvířata v nich zaměnili za neživé objekty, respektive za jiná zvířata, která v obrázku původně nebyla (Obr. 6). Metoda experimentu byla totožná jako u toho předchozího. V rychlosti detekce nebyly mezi 2A, 2B a 2C významné rozdíly. Při nahrazování původních zvířat objekty a jinými zvířaty se autoři dle svých slov snažili, aby tam tyto nahrazovací obrázky také zapadly, ale přesto bych řekla, že nelze úplně pominout vliv toho, že daný objekt na původní místo zcela nezapadá a tím pádem také upoutá pozornost rychle.



Obr. 6: Druhý experiment, obrázky 2A jsou totožné s těmi, které ve své studii použil New a kol. (2007), ve 2B je původní zvíře nahrazeno neživým objektem a ve 2C je nahrazeno jiným zvířetem (Hagen and Laeng, 2016).

V třetím experimentu autoři naopak zjistili, že při převráceném obrázku a Gaussově rozostření byly změny u zvířat nacházeny rychleji než změny u neživých objektů.

Celkově vzato ale Hagen a Laeng (2016) zpochybnili předchozí studii New a kol. (2007) s tím, že jejich zjištění o preferenci živých objektů při metodě change detection task mohlo být způsobeno experimentálním designem. Dovozovali to z toho, že oni ve své studii kontrolovali všechny scenerie tak, aby se nelišily podle typu stimulů.

Dle mého názoru ale právě taková manipulace mohla také ovlivnit respondenty – uměle vytvořené prostředí a uměle zasazené objekty mohly působit natolik nepřírozeň, že rychle upoutaly pozornost respondentů. Ovšem je také možné, že experimentální design skutečně může natolik ovlivnit výsledek. K objasnění tohoto problému bude třeba ještě několik studií na toto téma, které budou využívat metodu change detection task.

## **5. Neurofyzilogické metody používané při studiu vnímání prioritizovaných stimulů**

Aktivita mozku během prioritního vnímání stimulů zpravidla bývá zkoumána zobrazovacími metodami mozku, jako je funkční magnetická rezonance, fMRI (např. Dilger et al. 2003) či pozitronová emisní tomografie, PET (např. Morris et al., 1998). Další možnou metodou je elektroencefalografie, EEG, při které vědci měří tzv. ERP – event-related potentials, tedy potenciály související s událostí, a to pomocí elektrod, které měří elektrickou aktivitu neuronů (např. Van Strien et al., 2014). Těmito metodami lze zaznamenat reakci mozku jak na vědomě vnímané stimuly, tak na stimuly, které vědomě vnímané být nemohou. Pomocí pozitronové emisní tomografie a funkční magnetické rezonance lze přesněji zjistit i oblast, která na stimuly reaguje (Whalen et al., 1998; Morris et al., 1999).

Kromě zobrazovacích metod, které zaznamenávají aktivitu mozku, se při testování vědomých i nevědomých reakcí používá i měření fyziologických reakcí, a to především změny tepové frekvence a změny vodivosti kůže, které nastanou při prezentování stimulu (Craske et al., 1991; Tan et al., 2013).

Při tomto typu studií se na promítané obrázky často používá metoda tzv. maskování (Morris et al., 1998; Carlsson et al., 2004; Tan et al., 2013). Nejdříve se na velice krátký okamžik promítne cílový stimul. Doba trvání by měla být taková, aby respondent promítaný stimul nemohl identifikovat jinak než náhodně. Öhman and Soares (1994) tuto dobu stanovili na 30 ms a méně. Po takto promítnutém cílovém stimulu následuje stimul maskovací, který bývá zobrazen déle a většinou také zaznamenán vědomě. Maskovací stimul může ale i nemusí být

neutrální. Jeho účelem je vlastně pomoci zamaskovat cílový stimul tak, aby ten nemohl dosáhnout vědomého vnímání a mohlo se tak testovat vnímání nevědomé.

Williams a kol. (2004) nevědomé vnímání tváří zkoumali ale poněkud jinou metodou, a to tak, že respondent každým okem viděl jiný stimul. Tedy, jednomu oku byly prezentovány poměrně rychle se střídající obrázky vyděšených, neutrálních a šťastných tváří, zatímco druhému oku se promítaly obrázky budov. Zároveň byly stimuly prezentovány buď přes červený, nebo přes zelený filtr (opět to pro každé oko byla jiná barva), čímž experimentátoři docílili tzv. binokulární aktivity, kdy každé oko sledovalo jiný obraz. Díky tomu pak bylo vědomé zaznamenání tváří o poznání složitější a často k němu ani nedošlo, takže bylo možné testovat nevědomé reakce.

Určitým typem maskování je také již výše zmíněná metoda rychlé prezentace obrázků za sebou, kterou ve své studii použili Van Strien a kol. (2014). Pomocí elektroencefalografie měřili reakce mozku na prezentované stimuly. Bylo zjištěno, že reakce na hady a pavouky byla signifikantně vyšší než reakce na ptáky – tedy reakce na potenciálně nebezpečná zvířata byla zvýšená oproti reakci na zvířata, která potenciálně nebezpečná nejsou. V později prováděné studii (Van Strien et al., 2016) tou samou metodou zjistili, že na zvýšené reakce na hady může mít částečně vliv tvar těla, nicméně zřejmě to není jediný prvek, který je pro prioritizaci relevantní. Většina poznatků, které byly zjištěny neurofyzilogickými metodami, byla již zmíněna výše v kapitole 2.

## **6. Prioritně vnímané stimuly vyvolávají emoce**

Stimuly, které bývají prioritně vnímané, mají pro pozorovatele nějakou emoční relevanci (Vuilleumier, 2005). Tato relevance může být pozitivní i negativní, ačkoli studie napovídají tomu, že strachově relevantní stimuly mají pro pozorovatele přeci jen větší důležitost, neboť reakce na ně bývají rychlejší i větší (Whalen et al., 1998). Prioritně vnímané stimuly v pozitivním emočním kontextu mohou být třeba tváře příbuzných či známých (Gobbini et al., 2013). Mezi prioritně vnímané stimuly s negativní relevancí patří například ty stimuly, které vyvolávají strach, tedy třeba vyděšené tváře (Morris et al., 1998, 1999) nebo zvířata, která jsou pro pozorovatele potenciálně nebezpečná (Öhman et al., 2001; Yorzinski et al., 2014). Obzvláště v případě zvířat ale mnohdy dochází k tomu, že strach z nich je nepřiměřeně velký a iracionální a tento stav se nazývá fobie.

### **6.1. Fobie**

Fobie bývá definována jako stav přetrvávajícího strachu z nějakých objektů či myšlenek, které ale běžně takový strach nevzbuzují (Errera, 1962). Jedny z nejčastějších fobií jsou specifické

fobie ze zvířat (Agras et al., 1969), především z hadů a pavouků. Lidé mohou mít fobie i z jiných zvířat jako jsou malí hlodavci a některá domácí zvířata (Davey, 1994; Bennet-Levy and Marteau, 1984). Vznik fobií z hadů a z pavouků bývá často dáván do souvislosti právě s tím, že tato zvířata byla pro předky člověka důležitým strachově relevantním stimulem a tak byla ve vnímání prioritizována. Určitá míra strachu z nich byla pro předky člověka z hlediska přežití bezpochyby důležitá (Öhman et al., 2009). U fobií ale asi dochází k tomu, že se tento systém „včasného varování“ před fylogeneticky důležitými hrozbami změnil v panický strach z konkrétního prioritizovaného stimulu.

Fobie se dají mimo jiné zjistit také pomocí dotazníků, které měří strach z nějakého stimulu. Existují dotazníky například k měření strachu z hadů nebo z pavouků (Pelěšková, 2013).

Öhman a Soares (1994) při testování pomocí měření změn vodivosti kůže zjistili, že reakce respondentů majících fobii na daný fobický stimul byla stejně vysoká jak pro maskované, tak i pro nemaskované stimuly.

Také při pozornostním testování (Öhman et al., 2001) se ukázalo, že respondenti s fobií nacházeli svůj fobický stimul nejrychleji z prezentovaných. Nicméně rychlejší reakce u nich byla zaznamenána i na strachově relevantní stimul, který pro ně ale nebyl fobický. Nejpomalejší reakce pak byla změřena na stimul, který žádné nebezpečí nepředstavoval, což je konzistentní i s výsledky respondentů, kteří žádnou fobií netrpí.

K podobným výsledkům došli i Rinck et al. (2005), kdy respondenti s arachnofobií nacházeli pavouky rychleji, než kontrolní subjekty. Oproti nim jim ale zase déle trvalo nalézt jakýkoli jiný cílový stimul, pokud jako distraktory figurovaly obrázky pavouků.

Také nevědomé reakce všech respondentů (jak těch s fobiemi, tak i těch bez nich) jsou vyšší na strachově relevantní stimuly než na stimuly neutrální (Dilger et al., 2003; Carlsson et al., 2004). Porovnávání nevědomého vnímání fobických stimulů dále ukázalo, že respondenti trpící fobií z prezentovaného stimulu bývají v reakci na něj citlivější než ostatní a dokážou ho identifikovat i tehdy, pokud ho při prezentaci nedetekovali. Tento jev nebyl zaznamenán ani u respondentů bez fobie a ani u fobiků při prezentaci stimulu, který pro tyto respondenty nebyl fobický (Siegel et al., 2013).

U respondentů s arachnofobií (fobie z pavouků) bylo také zjištěno, že prvotní reakce na pavouky byla tím vyšší, čím větší byl jejich strach z tohoto stimulu (Van Strien et al., 2014). Zajímavé je, že u hadů a respondentů s ofidiofobií (fobie z hadů) se tento jev neopakoval. Van Strien a kol. (2014) se domnívají, že rozdíl může být způsoben tím, že respondenti žijící v místě provádění studie, mají poměrně malou šanci se s hady vůbec potkat. A tak ti, kteří se

charakterizovali jako trpící fobií z hadů, patrně vycházeli z nějakých subjektivních představ a jejich nahlášený strach je tak o něco méně důvěryhodný.

## **7. Zvláštní postavení hadů mezi prioritizovanými stimuly?**

Hadi jsou stimulem, který má v rámci prioritizovaných stimulů patrně zvláštní postavení. Jak hadi, tak pavouci sice patří mezi stimuly, které bývají při vnímání prioritizovány (Öhman and Soares, 1993; Öhman et al., 2001), ale více studií prokázalo, že prvotní reakce na hady bývají zpravidla ještě o něco rychlejší než reakce na pavouky (Soares et al., 2009; Van Strien et al., 2014). Naznačuje to, že hadi představovali v evoluci pro předky člověka větší nebezpečí než pavouci. V dotazníkovém šetření prováděném v České republice bylo zjištěno vysoké procento respondentů se strachem z hadů, ačkoli v ČR žije jen jeden jedovatý druh hada (Polák et al., 2016).

Při zkoumání reakcí makaků na prezentované stimuly (had, obličej primáta, ruka primáta a geometrický tvar) bylo zjištěno, že reakce na hady byla rychlejší i silnější než na ostatní stimuly, a to včetně tváří primátů – tedy stimulu, který pro primáty také patří k prioritizovaným (Van Le et al., 2013).

## **8. Původ prioritizace potenciálně nebezpečných stimulů**

Prioritizace potenciálně nebezpečných stimulů pravděpodobně vznikla jako reakce na nebezpečí, se kterými se naši předkové museli potýkat a jako taková se silně pojí se strachem (Öhman and Mineka, 2001; Öhman, 2009). O získávání strachu existuje několik teorií.

Mezi ně patří například teorie o vzniku strachu klasickým podmiňováním, příkladem takového získání strachu může být známá studie malého Alberta. Ten se naučil bát se bílých krys tím, že mu byl promítán obrázek bílé krysy, který byl doprovázen nepříjemným hlasitým zvukem (Watson and Rayner, 1920, převzato z LoBue and Rakison, 2013).

Lidé mohou také získat strach tím, pokud se o daném stimulu dozvědí nějakou negativní informaci. Bylo zjištěno, že když se dětem prezentoval obrázek pro ně neznámého zvířete, záleželo na informacích, které získaly od rodičů, jestli se strach dětí z tohoto zvířete zvýšil nebo snížil nebo jestli se nezměnil, oproti tomu, když jim zvíře bylo prezentováno poprvé (Muris et al., 2010).

Další možností je teorie o neasociativním získávání strachu, která říká, že předci člověka si během evoluce vytvořili jakýsi okruh nebezpečných stimulů, který přetrval do dnešních dnů. Tedy, že některé strachy jsou vrozené a automatické (LoBue and Rakison, 2013). Tomu

nasvědčuje třeba studie Weiss et al. (2015), kde makaci bez předchozí zkušenosti s hady se modelu hada vyhýbali, zatímco model ještěrky v nich strach nevzbuzoval.

Hodně podporovaná teorie hovoří o předpřipraveném strachu – tedy o tom, že strach vůči strachově relevantnímu stimulu sice není úplně vrozený, ale stačí jen velice málo asociací daného stimulu se strachem a s chováním specifickým pro strach, aby stimul byl vnímán jako strachově relevantní (Seligman, 1971).

### **8.1 Zjištění ze studií zabývajících se původem prioritizace**

DeLoache a LoBue (2009) při studii, které se zúčastnili děti (věk do jednoho roku), zjistili, že video s hadem upoutalo jejich pozornost rychleji, než video s jiným zvířetem. Také se na obrazovku respondenti dívali déle, pokud tam bylo prezentováno video s hadem zároveň s vystrašeným hlasem oproti prezentaci spolu s veselým hlasem. To podporuje teorii o předpřipraveném strachu, tedy že lidé mají určitou dispozici spojovat hady se strachem (Öhman and Mineka, 2001).

Při podobné studii (LoBue and DeLoache, 2010) byla také u dětských respondentů zjištěna rychlejší detekce strachově relevantních stimulů než stimulů z tohoto hlediska irelevantních. Při studii byl prezentován vždy jeden obrázek strachově relevantního stimulu a jeden neutrální vedle sebe na obrazovce. V tom, na který stimul se respondenti podívali jako na první, nebyl žádný významný rozdíl, šlo víceméně o náhodu. Ale pokud už se směrem k jednomu z nich respondenti otáčeli, tak rychleji reagovali na strachově relevantní stimuly (hadi, našťavané obličejy) než na stimuly strachově irelevantní (květiny, šťastné obličejy).

Vzhledem k tomu, že tyto jevy byly zaznamenány u dospělých i u dětí, dá se předpokládat existence nějakého předsudku vyvinutého v evoluci, a to právě vůči strachově relevantním stimulům, se kterými se předkové člověka museli vypořádávat (LoBue and DeLoache, 2010).

Výsledky některých studií naznačují, že strach primátů z hadích stimulů může být vrozený. Dva druhy primátů (maki trpasličí a makaci vepří), kteří až do konané studie s největší pravděpodobností nepřišli s hady do styku, vykazovali vůči stimulům spojeným s hady averzní chování. Jedinci maki trpasličích (*Microcebus murinus*) byli odpuzováni hadím pachem a jedinci makaků vepřích (*Macaca nemestrina*) jeví menší ochotu dotknout se gumového modelu, pokud představoval hada oproti modelu, který představoval ještěrku (Weiss et al., 2015).

Vnímání hadů jako potenciální hrozby bylo také zjištěno u makaků rhesus (*Macaca mulatta*), kterým experimentátoři umísťovali do výběhu tři typy objektů – plyšového medvěda, maketu hada a lano (Etting et al., 2014).

Další studií prováděnou na mláďatech makaků rhesus (*Macaca mulatta*) experimentátoři zjistili, že již třítydenní mláďata upínají svou pozornost k tvářím v porovnání s věcmi. A makaci, kteří dosáhli věku tří měsíců, už dokázali rozeznávat tvář vlastního druhu, neboť k ní také více upínali svou pozornost, v porovnání s tvářemi jiných savců. Tento výsledek naznačuje, že mláďata již v raném věku dokáží rozeznávat tyto ze sociálních důvodů důležité stimuly. To jim patrně pomáhá v lepší orientaci v sociálních vazbách (Simpson et al., 2016).

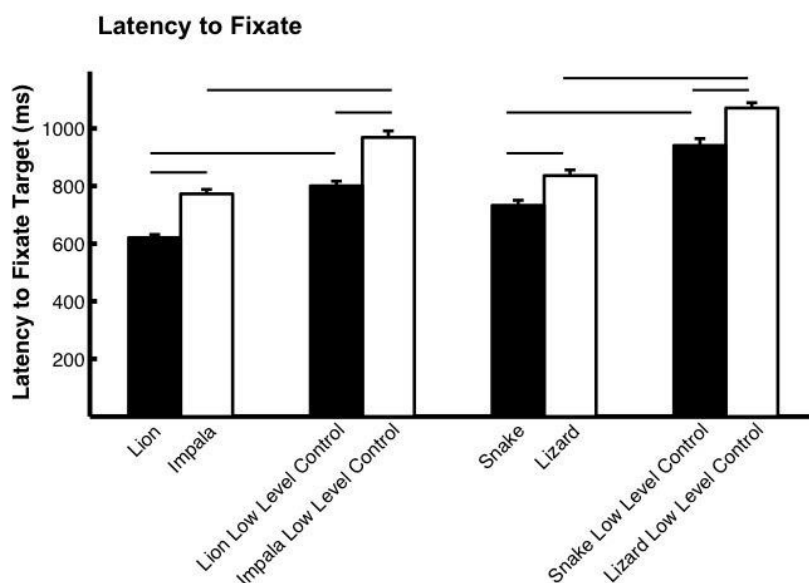
## 9. Porovnání metodických přístupů k prioritnímu vnímání nebezpečných zvířat

Každý ze tří výše zmíněných metodických přístupů se zabývá jiným aspektem této problematiky, nicméně se je zde pokusím srovnat a ukázat, co se kterou metodou dá zjistit.

### 9.1. Pozornostní testování

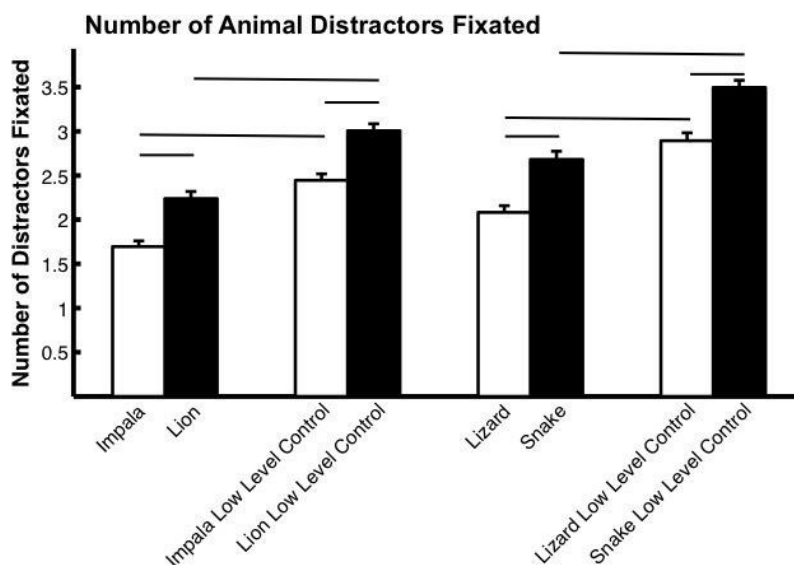
Jak bylo již zmíněno výše, pozornostní studie používají metodu manuální odpovědi, sledování eye-trackingem nebo „change detection task“. Poslední zmiňované metodě jsem se již více věnovala v kapitole 4.3, zde tedy rozeberu dvě ostatní.

Studie prováděná Yorzinski a kol. (2014) využívala jak metodu eyetrackingu, kde se sledovaly pohyby očí, tak metodu manuální reakce na prezentované stimuly. Těmito stimuly byly obrázky lvů, antilop, hadů a ještěrek, a to jak barevné, tak upravené fotografie v odstínech šedi.



(Obr. 7) Graf ze studie, který ukazuje, kolik času (udáno v milisekundách) respondenti potřebovali k nalezení cílového stimulu, pokud byl strachově relevantní – černé sloupečky nebo irelevantní – bílé sloupečky (Yorzinski et al., 2014).

Ze zde uvedeného grafu (Obr. 7) můžeme vyčíst, že strachově relevantní stimuly byly nalezeny rychleji než ty irelevantní, pokud byly cílové. Pokud tyto stimuly byly prezentovány upravené, v odstínech šedi, tak se čas potřebný k jejich nalezení prodloužil. To ale platilo jak pro stimuly potenciálně nebezpečné tak pro ty neutrální, čili výsledný efekt se vlastně nezměnil. Tato zjištění se dají získat jak eye-trackingem (za jak dlouho se pohled respondenta zastavil na cílovém stimulu) tak i metodou manuální odpovědi (za jak dlouho respondent stiskl požadované tlačítko).



(Obr. 8) Graf, jež ukazuje, kolikrát byl stimul zaznamenán, pokud figuroval jako distraktor (Yorzinski et al., 2014)

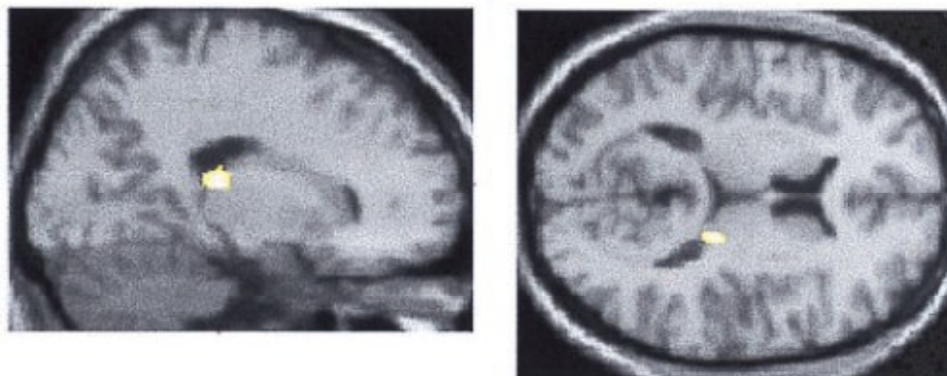
Druhý graf (obr. 8) ale ukazuje skutečnosti, které jsou lze získat jen eye-trackingovou metodou. Můžeme z něj vyčíst, že pokud při daném úkolu byl distraktorem strachově relevantní stimul, tak tento distraktor byl pozorovatelem zaznamenán vícekrát, než když distraktory představovala neutrální zvířata. Strachově relevantní stimuly jsou při pozornostním testování patrně pro pozorovatele více rozptylující než pro strach irelevantní stimuly.

V pozornostním testování tak lze zjistit především rychlost vědomé reakce za účasti pozornosti na určité stimuly v porovnání s jinými stimuly. Dále pak také to, jestli některé stimuly na sebe vážou pozornost více než jiné a které to jsou. Oba tyto jevy se testují i ve změněných podmínkách, jako je například právě prezentování v odstínech šedi.



## 9.2. Neurofyzilogické testování – metody sledování mozku

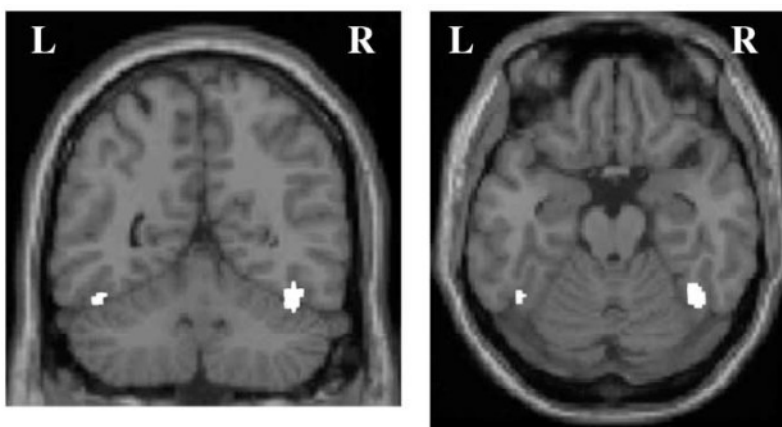
Morris a kol. (1999) využívali při své studii metodu pozitronové emisní tomografie (PET). Touto metodou dokázali zjistit, jaké mozkové oblasti byly aktivovány při prezentaci maskovaných nebo nemaskovaných stimulů (Obr. 9).



(Obr. 9) Ukázka ze studie prováděné metodou PET, na obrázku zvýrazněná oblast *nuclei pulvinare thalami*, která interagovala s amygdalou (Morris et al., 1999).

Obecně se udává, že výhodou metody PET je právě vysoká schopnost prostorového rozlišení, tedy jaké konkrétní oblasti byly aktivovány. Nicméně pro časové rozlišení je tato metoda velice nevhodná, za jak dlouho a na jak dlouho se která oblast aktivovala, se pomocí PET zjistit nedá. Zároveň je při této metodě potřeba i invazivní zásah, kdy je nutné pacientovi do krevního řečiště vpíchnout radioaktivní látku, jejíž průběh mozkem se poté sleduje (Ollinger and Fessler, 1997).

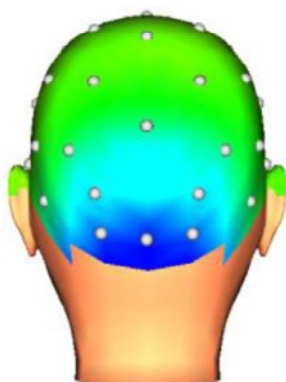
Další hojně používanou metodou je zobrazování pomocí funkční magnetické rezonance (fMRI), kterou při svém experimentu využívali například Vuilleumier a kol. (2001) při zkoumání reakcí na tváře (Obr. 10).



(Obr. 10) Ukázka ze studie metodou fMRI – zvýšená aktivita fusiformních oblastí na prezentované tváře (Vuilleumier et al., 2001).

Při této metodě je v mozku monitorován tok krve a okysličování krve v jednotlivých oblastech – pokud je daná oblast více aktivní, dochází v ní k většímu okysličení. Metoda fMRI má také vysoké prostorové rozlišení a krom toho i lepší časové rozlišení než PET. Díky tomu lze touto metodou rozlišit aktivitu mozkových oblastí alespoň mezi jednotlivými dílčími pokusy, ale pořadí aktivace v rámci jednoho stimulu už rozlišit nelze (Casey et al., 1996).

Třetí využívanou metodou zobrazování mozku je elektroencefalografie (EEG). Van Strien a kol. (2014) tuto metodu využili při své studii reakcí na hady (Obr. 11).



**snakes minus birds**

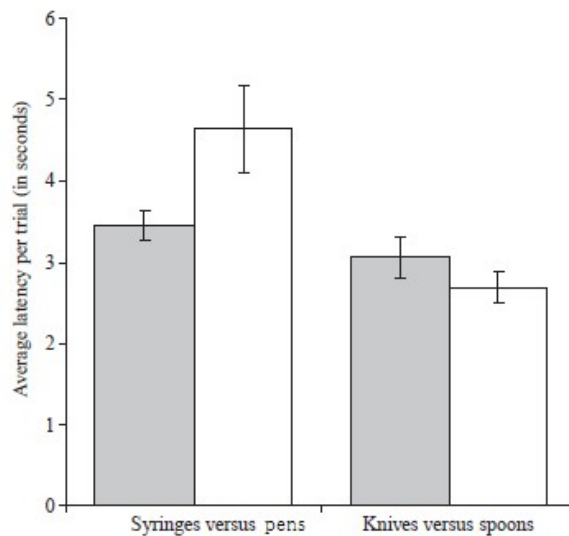
(Obr. 11) Ukázka ze studie prováděné pomocí metody EEG – modrá oblast ukazuje zvýšenou reakci na hady oproti ptákům (Van Strien et al., 2014).

Oproti ostatním dvěma metodám nesleduje v mozku tok krve, ale zaznamenává elektrické výboje při předávání informace mezi jednotlivými neurony. Díky tomu je tato metoda velice přesná, co se časového rozlišení týče, uvádí se, že v řádu milisekund. Nicméně tato metoda je zase poměrně nepřesná v lokalizaci prostoru, kde k daným výbojům dochází. Zároveň jsou někdy potíže s přenosem signálu do elektrod přes některé struktury, které přenos mohou blokovat (Davidson et al., 2000).

### **9.3. Evoluční hledisko**

Metodika těchto studií není jednotná, ale například při studiích, kterých se účastní děti, se často využívají metody pozornostního testování.

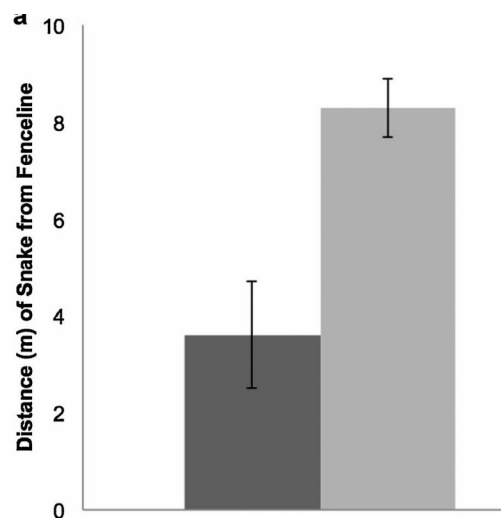
LoBue (2010) ve své studii porovnávala reakce dětských respondentů na potenciálně nebezpečné stimuly, které se řadí k moderním hrozbám. Porovnávány byly reakce na injekční stříkačky a pera spolu s reakcemi na nože a lžíce.



(Obr. 12) Graf ukazující rychlost reakce na dané potenciálně nebezpečné (fialové sloupce; nože a injekční stříkačky) a neutrální (bílé sloupce; pera a lžice) moderní stimuly (upraveno dle LoBue, 2010).

Z grafu (Obr. 12) lze vyčíst, že reakce na injekční stříkačky byly významně rychlejší než reakce na pera, což se ale nepotvrdilo u dvojice nože a lžice, kde se rychlost reakce významně neodlišovala. Zjištění tohoto experimentu tak napovídá tomu, že prioritně vnímané moderní hrozby nejsou prioritizované bez předchozí negativní zkušenosti s nimi. Tyto výsledky jsou v souladu s tezí, že fylogeneticky důležité prioritizované stimuly jsou prioritizovány jiným způsobem než tyto moderní hrozby.

Ve studii, kterou prováděli Etting a kol. (2014) probíhalo testování tak, že do výběhu makaků rhesus (*Macaca mulatta*) byly vkládány tři typy předmětů - plyšový medvěd, lano a gumová atrapa hada a sledovaly se jejich reakce v závislosti na vzdálenosti od plotu (Obr. 13).



(Obr. 13) Graf ukazuje vzdálenost makety hada od výběhu, při které docházelo k výstražnému volání (tmavší sloupec) a při kterém k výstražnému volání nedocházelo (světlejší sloupec) (upraveno dle Etting et al., 2014).

Makaci vykazovali významné strachové chování jen vůči hadům, což podporuje teorii, že strach z hadů je v nich nějakým způsobem evolučně zakódovaný. Z grafu lze vyčíst to, že čím blíž byla atrapa hada přítomna skupině makaků, tím častěji na ni jedinci upozorňovali voláním ostatní členy skupiny.

Studie zabývající se fenoménem prioritizace z evolučního hlediska většinou mohou ukázat, jestli jsou konkrétní stimuly prioritizované i u dětí a blízkých příbuzných člověka. To oproti podobným studiím u dospělých lidí může lépe nastínit, zda prioritizace konkrétního stimulu vznikla během evoluce jako důležitá funkce pro přežití, nebo zda byl stimul prioritizován až v moderní době a s evolučním kontextem tak nesouvisí.

## Závěr

V předložené práci jsem se pokusila shrnout poznatky, které byly o prioritním vnímání zvířat do této doby zjištěny. Zvířata (zde především hadi, pavouci a šelmy) jsou spolu s tvářemi prioritizovanými stimuly, u nichž k prioritizaci došlo z důvodu jejich důležitosti v evoluci, oproti moderním hrozbám (pistole, injekční stříkačky) či nepohyblivým objektům (květiny, houby). Studie se nejvíce zabývají přednostním vnímáním nebezpečných zvířat, která pro předky člověka představovala nebezpečí z hlediska přežití. Jejich prioritizace byla zjištěna jak v experimentech zabývajících se pozorností, kdy byly obrázky potenciálně nebezpečných zvířat lokalizovány dříve než jiné, tak v neurofyzilogických studiích, které sledovaly reakce mozku na tyto prezentované stimuly.

Při neurofyzilogických studiích byly zaznamenány zvýšené reakce některých mozkových oblastí, a to zejména amygdaly, na potenciálně nebezpečná zvířata, přičemž jejich aktivace byla zjištěna i na maskované, a tudíž vědomě nezaznamenané stimuly. Na základě těchto studií jsem se pokusila popsat dráhy v mozku, které s touto problematikou souvisí, z nichž nejpodstatnější se jeví „zkratka“ ze sítnice do amygdaly, která vede přes *colliculus superior tecti* a přes *nuclei pulvinares thalami* a která slouží k rychlému informování o hrozbě, s možností rychlé reakce na ni.

Zároveň jsem se pokusila shrnout informace ze studií, které se zabývají možným evolučním pozadím tohoto fenoménu, kdy podobné reakce na potenciálně nebezpečná zvířata jako u dospělých lidí byly zjištěny i u dětí nebo u člověku blízce příbuzných primátů. Výsledky z takových experimentů nasvědčují tomu, že prioritní reakce na potenciálně nebezpečná zvířata je buď vrozená, anebo je formou tzv. předpřipraveného strachu. Získání strachu z těchto zvířat je tak mnohem jednodušší než je tomu u jiných stimulů.

V poslední kapitole jsem se věnovala jednotlivým metodám zkoumání prioritizace a zkoušela jsem porovnat, jakých údajů a výsledků se jimi dá dosáhnout, popřípadě vyzdvihnout jejich výhody a nevýhody oproti jiným metodám.

## Seznam použité literatury

- Agras, S., Sylvester, D., & Oliveau, D. (1969). The epidemiology of common fears and phobia. *Comprehensive psychiatry*, 10(2), 151-156.
- Atkinson, A. P., & Adolphs, R. (2005). Visual emotion perception: Mechanisms and processes. In L. F. Barrett, P. M. Niedenthal, & P. Winkielman (Eds.), *Emotion and consciousness* (pp. 150–182). New York: Guilford Press. ISBN: 9781593851880
- Bach, D. R., Hurlemann, R., & Dolan, R. J. (2015). Impaired threat prioritisation after selective bilateral amygdala lesions. *cortex*, 63, 206-213.
- Bar, M. (2004). Visual objects in context. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(8), 617-629.
- Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H., & Adolphs, R. (1995). Double dissociation of conditioning and declarative knowledge relative to the amygdala and hippocampus in humans. *Science*, 269(5227), 1115.
- Bennett-Levy, J., & Marteau, T. (1984). Fear of animals: What is prepared? *British Journal of Psychology*, 75(1), 37-42.
- Blanchette, I. (2006). Snakes, spiders, guns, and syringes: How specific are evolutionary constraints on the detection of threatening stimuli? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(8), 1484-1504.
- Brosch, T., & Sharma, D. (2005). The role of fear-relevant stimuli in visual search: a comparison of phylogenetic and ontogenetic stimuli. *Emotion*, 5(3), 360.
- Calvillo, D. P., & Hawkins, W. C. (2016). Animate objects are detected more frequently than inanimate objects in inattention blindness tasks independently of threat. *The Journal of general psychology*, 143(2), 101-115.
- Carlsson, K., Petersson, K. M., Lundqvist, D., Karlsson, A., Ingvar, M., & Öhman, A. (2004). Fear and the amygdala: manipulation of awareness generates differential cerebral responses to phobic and fear-relevant (but nonfeared) stimuli. *Emotion*, 4(4), 340.
- Casagrande V, Royal DA & Sáros G (2005): Extraretinal inputs and feedback mechanisms to the lateral geniculate nucleus (LGN); in Kremers J (ed): *The Primate Visual System: A Comparative Approach*. Chichester, Wiley, pp 191–211. ISBN: 978-0-470-86809-6
- Casey, B. J., Cohen, J. D., Noll, D. C., Schneider, W., Giedd, J. N., & Rapoport, J. L. (1996). Functional magnetic resonance imaging. In *Neuroimaging II* (pp. 299-330). Springer US.
- Craske, M. G., Street, L. L., Jayaraman, J., & Barlow, D. H. (1991). Attention versus distraction during in vivo exposure: Snake and spider phobias. *Journal of Anxiety Disorders*, 5(3), 199-211.
- Davey, G. C. (1994). Self-reported fears to common indigenous animals in an adult UK population: the role of disgust sensitivity. *British Journal of Psychology*, 85(4), 541-554.
- Davidson, R. J., Jackson, D. C., & Larson, C. L. (2000). Human electroencephalography. *Handbook of psychophysiology*, 2, 27-52.
- Dedovic, K., Duchesne, A., Andrews, J., Engert, V., & Pruessner, J. C. (2009). The brain and the stress axis: the neural correlates of cortisol regulation in response to stress. *Neuroimage*, 47(3), 864-871.

- DeLoache, J. S., & LoBue, V. (2009). The narrow fellow in the grass: Human infants associate snakes and fear. *Developmental science*, 12(1), 201-207.
- Dibbets, P., Fliek, L., & Meesters, C. (2015). Fear-related confirmation bias in children: a comparison between neutral-and dangerous-looking animals. *Child Psychiatry & Human Development*, 46(3), 418-425.
- Dilger, S., Straube, T., Mentzel, H. J., Fitzek, C., Reichenbach, J. R., Hecht, H., Krieschel, S., Gutberlet, I., & Miltner, W. H. (2003). Brain activation to phobia-related pictures in spider phobic humans: an event-related functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience letters*, 348(1), 29-32.
- Errera, P. (1962). Some historical aspects of the concept, phobia. *Psychiatric Quarterly*, 36(1), 325-336.
- Etting, S. F., Isbell, L. A., & Grote, M. N. (2014). Factors increasing snake detection and perceived threat in captive rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *American journal of primatology*, 76(2), 135-145.
- Fox, E., Griggs, L., & Mouchlianitis, E. (2007). The detection of fear-relevant stimuli: Are guns noticed as quickly as snakes?. *Emotion*, 7(4), 691.
- Ghashghaei, H. T., & Barbas, H. (2002). Pathways for emotion: interactions of prefrontal and anterior temporal pathways in the amygdala of the rhesus monkey. *Neuroscience*, 115(4), 1261-1279.
- Gobbini, M. I., Gors, J. D., Halchenko, Y. O., Rogers, C., Guntupalli, J. S., Hughes, H., & Cipolli, C. (2013). Prioritized detection of personally familiar faces. *PLoS One*, 8(6), e66620.
- Hagen, T., & Laeng, B. (2016). The Change Detection Advantage for Animals: An Effect of Ancestral Priorities or Progeny of Experimental Design?. *i-Perception*, 7(3), 2041669516651366.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in cognitive sciences*, 4(6), 223-233.
- Isbell, L. A. (2006). Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *Journal of human evolution*, 51(1), 1-35.
- Janovcová M. (2015) Faktory ovlivňující velikost zoo populací u ještěrů, hadů, želv a krokodýlů: efekt stupně ohrožení, velikosti a atraktivity pro člověka. Diplomová práce, Praha, Přírodovědecká fakulta UK.
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *The Journal of neuroscience*, 17(11), 4302-4311.
- Killgore, W. D., & Yurgelun-Todd, D. A. (2004). Activation of the amygdala and anterior cingulate during nonconscious processing of sad versus happy faces. *Neuroimage*, 21(4), 1215-1223.
- Kolb, H. (2003). How the retina works. *American scientist*, 91(1), 28-35.
- LaBerge, D. (1997). Attention, awareness, and the triangular circuit. *Consciousness and cognition*, 6(2), 149-181.
- Landová, E., Marešová, J., Šimková, O., Cikánová, V., & Frynta, D. (2012). Human responses to live snakes and their photographs: evaluation of beauty and fear of the king snakes. *Journal of environmental psychology*, 32(1), 69-77.
- Lišková, S., Landová, E., & Frynta, D. (2015). Human preferences for colorful birds: Vivid colors or pattern?. *Evolutionary Psychology*, 13(2), 147470491501300203.

- Lithari, C., Frantzidis, C. A., Papadelis, C., Vivas, A. B., Klados, M. A., Kourtidou-Papadeli, C., Pappas, C., Ioannides, A. A. & Bamidis, P. D. (2010). Are females more responsive to emotional stimuli? A neurophysiological study across arousal and valence dimensions. *Brain topography*, 23(1), 27-40.
- LoBue, V. (2010). What's so scary about needles and knives? Examining the role of experience in threat detection. *Cognition and Emotion*, 24(1), 180-187.
- LoBue, V., & DeLoache, J. S. (2010). Superior detection of threat-relevant stimuli in infancy. *Developmental science*, 13(1), 221-228.
- Lobue, V., & Deloache, J. S. (2011). What's so special about slithering serpents? Children and adults rapidly detect snakes based on their simple features. *Visual Cognition*, 19(1), 129-143.
- LoBue, V., & Matthews, K. (2014). The snake in the grass revisited: An experimental comparison of threat detection paradigms. *Cognition & emotion*, 28(1), 22-35.
- LoBue, V., & Rakison, D. H. (2013). What we fear most: A developmental advantage for threat-relevant stimuli. *Developmental Review*, 33(4), 285-303.
- Lu, Z., Guo, B., Boguslavsky, A., Cappiello, M., Zhang, W., & Meng, M. (2015). Distinct effects of contrast and color on subjective rating of fearfulness. *Frontiers in psychology*, 6.
- Luck, S. J., Chelazzi, L., Hillyard, S. A., & Desimone, R. (1997). Neural mechanisms of spatial selective attention in areas V1, V2, and V4 of macaque visual cortex. *Journal of neurophysiology*, 77(1), 24-42.
- Marešová, J., Landová, E., & Frynta, D. (2009). What makes some species of milk snakes more attractive to humans than others?. *Theory in Biosciences*, 128(4), 227-235.
- McAlonan, K., Cavanaugh, J., & Wurtz, R. H. (2008). Guarding the gateway to cortex with attention in visual thalamus. *Nature*, 456(7220), 391-394.
- Mishkin, M., Ungerleider, L. G., & Macko, K. A. (1983). Object vision and spatial vision: two cortical pathways. *Trends in neurosciences*, 6, 414-417.
- Morris, J. S., DeGelder, B., Weiskrantz, L., & Dolan, R. J. (2001). Differential extrageniculostriate and amygdala responses to presentation of emotional faces in a cortically blind field. *Brain*, 124(6), 1241-1252.
- Morris, J. S., Öhman, A., & Dolan, R. J. (1998). Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature*, 393(6684), 467-470.
- Morris, J. S., Öhman, A., & Dolan, R. J. (1999). A subcortical pathway to the right amygdala mediating "unseen" fear. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(4), 1680-1685.
- Morris, J., Frith, C. D., Perrett, D. I., Rowland D., Young, A. W., Calder A. J. & Dolan, R. J. (1996) A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions. *Nature* 383, 812–815
- Muris, P., van Zwol, L., Huijding, J., & Mayer, B. (2010). Mom told me scary things about this animal: Parents installing fear beliefs in their children via the verbal information pathway. *Behaviour Research and Therapy*, 48(4), 341-346.
- Najström, M., & Jansson, B. (2006). Unconscious responses to threatening pictures: Interactive effect of trait anxiety and social desirability on skin conductance responses. *Cognitive behaviour therapy*, 35(1), 11-18.



- Nakano, T., Higashida, N., & Kitazawa, S. (2013). Facilitation of face recognition through the retino-tectal pathway. *Neuropsychologia*, 51(10), 2043-2049.
- New, J., Cosmides, L., & Tooby, J. (2007). Category-specific attention for animals reflects ancestral priorities, not expertise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(42), 16598-16603.
- Öhman, A. (2009). Of snakes and faces: An evolutionary perspective on the psychology of fear. *Scandinavian journal of psychology*, 50(6), 543-552.
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological review*, 108(3), 483.
- Öhman, A., & Mineka, S. (2003). The malicious serpent snakes as a prototypical stimulus for an evolved module of fear. *Current directions in psychological science*, 12(1), 5-9.
- Öhman, A., & Soares, J. J. (1993). On the automatic nature of phobic fear: conditioned electrodermal responses to masked fear-relevant stimuli. *Journal of abnormal psychology*, 102(1), 121.
- Öhman, A., & Soares, J. J. (1994). "Unconscious anxiety": phobic responses to masked stimuli. *Journal of abnormal psychology*, 103(2), 231.
- Öhman, A., Carlsson, K., Lundqvist, D., & Ingvar, M. (2007). On the unconscious subcortical origin of human fear. *Physiology & Behavior*, 92(1), 180-185.
- Öhman, A., Flykt, A., & Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: detecting the snake in the grass. *Journal of experimental psychology: general*, 130(3), 466.
- Ollinger, J. M., & Fessler, J. A. (1997). Positron-emission tomography. *IEEE Signal Processing Magazine*, 14(1), 43-55.
- Pavlou, A., & Casey, M. (2010, July). Simulating the effects of cortical feedback in the superior colliculus with topographic maps. In *The 2010 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)* (pp. 1-8). IEEE.
- Pelěšková Š. (2013) Fobie ze zvířat: strach nebo „disgust“? Bakalářská práce, Praha, Přírodovědecká fakulta UK.
- Pelěšková Š. (2016). Pozitivní a negativní vztah ke zvířatům. Diplomová práce, Praha, Přírodovědecká fakulta UK.
- Penkunas, M. J., & Coss, R. G. (2013). Rapid detection of visually provocative animals by preschool children and adults. *Journal of experimental child psychology*, 114(4), 522-536.
- Perry, V. H., & Cowey, A. (1984). Retinal ganglion cells that project to the superior colliculus and pretectum in the macaque monkey. *Neuroscience*, 12(4), 1125-1137.
- Perry, V. H., Oehler, R., & Cowey, A. (1984). Retinal ganglion cells that project to the dorsal lateral geniculate nucleus in the macaque monkey. *Neuroscience*, 12(4), 1101-1123.
- Phelps, E. A. (2006). Emotion and cognition: insights from studies of the human amygdala. *Annu. Rev. Psychol.*, 57, 27-53.
- Phillips, R. G., & LeDoux, J. E. (1992). Differential contribution of amygdala and hippocampus to cued and contextual fear conditioning. *Behavioral neuroscience*, 106(2), 274.
- Poláková P. (2016). Vnímání krásy savců v ZOO Praha: vliv věku a vzdělání respondentů. Diplomová práce, Praha, Přírodovědecká fakulta UK.

- Rinck, M., Reinecke, A., Ellwart, T., Heuer, K., & Becker, E. S. (2005). Speeded detection and increased distraction in fear of spiders: evidence from eye movements. *Journal of abnormal psychology*, 114(2), 235.
- Sabatini, E., Della Penna, S., Franciotti, R., Ferretti, A., Zoccolotti, P., Rossini, P. M., Romani, G.L. & Gainotti, G. (2009). Brain structures activated by overt and covert emotional visual stimuli. *Brain research bulletin*, 79(5), 258-264.
- Seligman, M. E. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior therapy*, 2(3), 307-320.
- Siegel, P., Han, E., Cohen, D., & Anderson, J. (2013). A dissociation between detection and identification of phobic stimuli: Unconscious perception?. *Cognition & emotion*, 27(7), 1153-1167.)
- Sierra-Mercado, D., Padilla-Coreano, N., & Quirk, G. J. (2011). Dissociable roles of prelimbic and infralimbic cortices, ventral hippocampus, and basolateral amygdala in the expression and extinction of conditioned fear. *Neuropsychopharmacology*, 36(2), 529-538.
- Silverstein, D. N., & Ingvar, M. (2015). A multi-pathway hypothesis for human visual fear signaling. *Frontiers in systems neuroscience*, 9.
- Simpson, E. A., Buchin, Z., Werner, K., Worrell, R., & Jakobsen, K. V. (2014). Finding faces among faces: human faces are located more quickly and accurately than other primate and mammal faces. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76(8), 2175-2183.
- Simpson, E. A., Jakobsen, K. V., Damon, F., Suomi, S. J., Ferrari, P. F., & Paukner, A. (2016). Face Detection and the Development of Own-Species Bias in Infant Macaques. *Child Development*.
- Soares, S. C. (2012). The lurking snake in the grass: interference of snake stimuli in visually taxing conditions. *Evolutionary Psychology*, 10(2), 147470491201000202.
- Soares, S. C., Esteves, F., Lundqvist, D., & Öhman, A. (2009). Some animal specific fears are more specific than others: Evidence from attention and emotion measures. *Behaviour research and therapy*, 47(12), 1032-1042.
- Tamietto, M., & De Gelder, B. (2010). Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(10), 697-709.
- Tamietto, M., Cauda, F., Corazzini, L. L., Savazzi, S., Marzi, C. A., Goebel, R., Weiskrantz, L. & de Gelder, B. (2010). Collicular vision guides nonconscious behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(5), 888-902.
- Tan, T., Li, H., Wang, Y., & Yang, J. (2013). Are we afraid of different categories of stimuli in identical ways? evidence from skin conductance responses. *PloS one*, 8(9), e73165.
- Tipples, J., Young, A. W., Quinlan, P., Broks, P., & Ellis, A. W. (2002). Searching for threat. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 55(3), 1007-1026.
- Trojan, S. Lékařská fyziologie. 4. vydání, přepracované a doplněné. Praha : Grada Publishing, 2003. 771 s. ISBN 80-247-0512-5.
- Trojanowski, J. Q., & Jacobson, S. (1977). The morphology and laminar distribution of cortico-pulvinar neurons in the rhesus monkey. *Experimental brain research*, 28(1-2), 51-62.
- Tsao, D. Y., Freiwald, W. A., Knutsen, T. A., Mandeville, J. B., & Tootell, R. B. (2003). Faces and objects in macaque cerebral cortex. *Nature neuroscience*, 6(9), 989-995.

- Van Le, Q., Isbell, L. A., Matsumoto, J., Nguyen, M., Hori, E., Maior, R. S., Tomaz, C., Tran, A. H., Ono, T., & Nishijo, H. (2013). Pulvinar neurons reveal neurobiological evidence of past selection for rapid detection of snakes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(47), 19000-19005.
- Van Strien, J. W., Eijlers, R., Franken, I. H. A., & Huijding, J. (2014). Snake pictures draw more early attention than spider pictures in non-phobic women: Evidence from event-related brain potentials. *Biological psychology*, 96, 150-157.
- Van Strien, J. W., Christiaans, G., Franken, I. H., & Huijding, J. (2016). Curvilinear shapes and the snake detection hypothesis: An ERP study. *Psychophysiology*, 53(2), 252-257.
- Vuilleumier, P. (2005). How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. *Trends in cognitive sciences*, 9(12), 585-594.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: an event-related fMRI study. *Neuron*, 30(3), 829-841.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature neuroscience*, 6(6), 624-631.
- Vuilleumier, P., Richardson, M. P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2004). Distant influences of amygdala lesion on visual cortical activation during emotional face processing. *Nature neuroscience*, 7(11), 1271-1278.
- \*Watson, J. B., & Rayner, R. (1920). Conditioned emotional reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 3, 1-14.
- \*Webster, M.J., Bachevalier, J., and Ungerleider, L.G. (1994). Connections of inferior temporal areas TEO and TE with parietal and frontal cortex in macaque monkeys. *Cereb. Cortex* 4, 470-483.
- Weiskrantz, L., Barbur, J. L., & Sahraie, A. (1995). Parameters affecting conscious versus unconscious visual discrimination with damage to the visual cortex (V1). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92(13), 6122-6126.
- Weiss, L., Brandl, P., & Frynta, D. (2015). Fear reactions to snakes in naïve mouse lemurs and pig-tailed macaques. *Primates*, 56(3), 279-284.
- Whalen, P. J., Rauch, S. L., Etcoff, N. L., McInerney, S. C., Lee, M. B., & Jenike, M. A. (1998). Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. *The Journal of neuroscience*, 18(1), 411-418.
- Williams et al., 2004 – Williams, M. A., Morris, A. P., McGlone, F., Abbott, D. F., & Mattingley, J. B. (2004). Amygdala responses to fearful and happy facial expressions under conditions of binocular suppression. *The Journal of Neuroscience*, 24(12), 2898-2904
- Wurtz, R. H., McAlonan, K., Cavanaugh, J., & Berman, R. A. (2011). Thalamic pathways for active vision. *Trends in cognitive sciences*, 15(4), 177-184.
- Yorzinski, J. L., Penkunas, M. J., Platt, M. L., & Coss, R. G. (2014). Dangerous animals capture and maintain attention in humans. *Evolutionary Psychology*, 12(3), 147470491401200304.

\*Sekundární citace